

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

Конструирование роботов и мехатронных модулей

Направление подготовки:

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств

Направленность образовательной программы:

Технологическая мехатроника и робототехника

Квалификация:

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Институт: Технологического оборудования и машиностроения

Кафедра: Технологии машиностроения

Белгород 2026

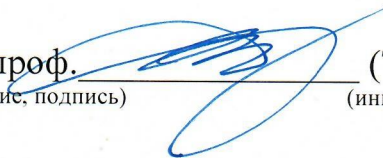
Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, утвержденного приказом Министерства и образования науки РФ 17 августа 2020 г. № 1046
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2024 году.

Составитель (составители): канд. техн. наук, доц.  (А.А. Волошкин)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

«22» мая 2026 г., протокол № 12

Заведующий кафедрой: д-р. техн. наук, проф.  (Т.А. Дююн)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 23 » мая 2026 г., протокол № 9

Председатель  (Кирилов И.В.)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции	ПК-3. Способен разрабатывать технологические процессы изготовления деталей машиностроения низкой сложности.	ПК-3.8. Выбирает технологическое оборудование, необходимое для реализации разработанных технологических процессов изготовления деталей машиностроения низкой сложности.	Знать: основные виды технологического оборудования, применяемого при изготовлении деталей машиностроения низкой сложности; назначение, конструктивные особенности и технологические возможности оборудования; принципы выбора оборудования с учетом формы, размеров, материала, точности и требований к качеству изготавливаемых деталей; основы взаимосвязи конструкции детали, технологического процесса и используемого оборудования. Уметь: анализировать конструктивные особенности деталей роботов и мехатронных модулей с точки зрения возможности их изготовления; выбирать технологическое оборудование для выполнения основных операций обработки и сборки; обосновывать выбор оборудования с учетом требований точности, производительности, надежности и экономической целесообразности; учитывать ограничения технологического оборудования при проектировании деталей и узлов робототехнических устройств. Владеть: навыками выбора технологического оборудования для изготовления деталей роботов и мехатронных модулей низкой сложности; навыками сопоставления конструктивных параметров детали с технологическими возможностями оборудования; навыками обоснования принятых технологических решений при проектировании элементов

			робототехнических и мехатронных систем.
	ПК-5 Способен анализировать технологические процессы и обосновывать выбор роботов и робототехнических комплексов для автоматизации производственных операций, разрабатывать конструктивные решения роботов и мехатронных модулей с учетом технических, кинематических, силовых и эксплуатационных требований.	ПК-5.1. Анализирует технологические процессы машиностроительного производства и обосновывает целесообразность применения роботов и робототехнических комплексов. ПК-5.2. Выбирает состав, структуру и основные параметры робототехнического комплекса с учетом производственных задач, требований эффективности, точности и безопасности. ПК-5.3. Разрабатывает конструктивные решения роботов и мехатронных модулей в соответствии с техническим заданием и условиями эксплуатации. ПК-5.4. Выполняет выбор приводов, датчиков, исполнительных механизмов и осуществляет кинематические, силовые и точностные расчеты при проектировании роботов и мехатронных модулей.	Знать: основные принципы построения роботов, робототехнических комплексов и мехатронных модулей; классификацию, назначение и области применения промышленных, мобильных и коллаборативных роботов; состав и структуру робототехнического комплекса; требования к конструктивным решениям роботов и мехатронных модулей; основы кинематического, силового и точностного расчета; принципы выбора приводов, датчиков, исполнительных механизмов и элементов механических передач; требования к надежности, безопасности, технологичности и эксплуатационной пригодности робототехнических устройств. Уметь: анализировать технологические процессы машиностроительного производства и определять возможность их роботизации; обосновывать выбор робота или робототехнического комплекса для автоматизации производственной операции; формировать состав и структуру робототехнического комплекса с учетом производственной задачи; разрабатывать конструктивные схемы роботов, манипуляторов, захватных устройств и мехатронных модулей; выполнять

			предварительные кинематические, силовые и точностные расчеты; выбирать приводы, датчики и исполнительные механизмы с учетом условий эксплуатации, требований точности, грузоподъемности, быстродействия и безопасности. Владеть: навыками анализа технологических процессов с целью их автоматизации и роботизации; навыками выбора состава и основных параметров робототехнического комплекса; навыками разработки конструктивных решений роботов и мехатронных модулей по техническому заданию; навыками выполнения инженерных расчетов при проектировании робототехнических устройств; навыками выбора приводных, сенсорных и исполнительных компонентов; навыками оценки работоспособности, технологичности, надежности и эксплуатационной пригодности разработанных конструктивных решений.
--	--	--	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-3. Способен разрабатывать технологические процессы изготовления деталей машиностроения низкой сложности.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
--------	-------------------------

1	Основы технологии машиностроения
2	Технология машиностроения
3	Аддитивные технологии
4	Производственная преддипломная практика
5	Государственная итоговая аттестация

2. Компетенция ПК-5. Способен анализировать технологические процессы и обосновывать выбор роботов и робототехнических комплексов для автоматизации производственных операций, разрабатывать конструктивные решения роботов и мехатронных модулей с учетом технических, кинематических, силовых и эксплуатационных требований.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Производственная преддипломная практика
2	Государственная итоговая аттестация

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единиц, 108 часов.

Форма промежуточной аттестации зачет
(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	56	56
лекции	18	18
лабораторные	36	36
практические	-	-
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2	2
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	52	52
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	52	52
Форма промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен)	Зачет	Зачет

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 4 Семестр 8

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям ¹
1. Введение в цифровое проектирование роботов и мехатронных модулей. CAD/CAE как основа сквозного проектирования.					
	Цели и задачи дисциплины. Понятие цифрового двойника робототехнического узла. Этапы проектирования: техническое задание, расчетная схема, 3D-модель, сборка, инженерный анализ, выпуск КД. Обзор современных CAD/CAE-систем. Роль параметризации, библиотек стандартных изделий и ассоциативных чертежей.	2	-	2	6
2. Кинематический анализ роботов в трехмерном пространстве					
	Кинематические цепи роботов. Звенья, кинематические пары, степени свободы. Системы координат, рабочее пространство, положения и ориентации исполнительного органа. Расчет сил, моментов, реакций и нагрузок в звеньях. Связь расчетной схемы с геометрической 3D-моделью.	4	-	6	8
3. Расчет и выбор приводов роботов.					
	Электрические приводы: серводвигатели, шаговые двигатели, мотор-редукторы, датчики положения. Гидравлические приводы: гидроцилиндры, гидромоторы, рабочее давление, усилие, расход. Пневматические приводы: пневмоцилиндры, пневмозахваты, клапаны, скорость и усилие. Механические передачи: зубчатые, ременные, винтовые, волновые, планетарные. Методика выбора привода по нагрузке, моменту, скорости, точности и условиям эксплуатации.	4	-	8	8
4. Параметрическое 3D-моделирование звеньев, корпусов и мехатронных модулей.					
	Создание твердотельных моделей деталей робота. Эскизы, зависимости, параметры, конфигурации. Моделирование корпусов, кронштейнов, валов, фланцев, направляющих, посадочных мест под подшипники, редукторы и приводы. Использование библиотек стандартных изделий.	2	-	4	6

5.Сборочные операции цифровой модели.					
	Создание сборок робототехнических узлов. Сопряжения, ограничения, подвижные соединения, оси вращения и поступательного движения. Проверка соосности, диапазонов перемещения, коллизий, зазоров и монтажной доступности. Формирование цифрового макета мехатронного модуля.	2	-	4	2
6. САЕ-анализ конструкций роботов.					
	Подготовка CAD-модели к расчету. Назначение материалов, нагрузок и граничных условий. Статический анализ: напряжения, перемещения, коэффициент запаса. Модальный анализ: собственные частоты и формы колебаний. Основы топологической оптимизации деталей роботов с учетом массы, жесткости и технологичности.	2	-	6	10
7. Автоматизированное оформление конструкторской документации и выпуск КД из 3D-модели.					
	Автоматическое создание рабочих и сборочных чертежей, видов, разрезов, сечений, выносных элементов. Простановка размеров, посадок, технических требований. Создание спецификаций, ведомостей покупных изделий и экспорт документации. Проверка соответствия цифровой модели, расчетов и КД.	1	-	2	6
ВСЕГО		18	-	36	52

4.2. Содержание лабораторных занятий

Курс 4 Семестр 8

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторных занятий	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр №8				
1	Введение в цифровое проектирование роботов и мехатронных модулей	Организация CAD/CAE-проекта мехатронного модуля	2	2
2	Кинематика и статика роботов	Построение расчетной схемы кинематической цепи робота	4	4
3	Кинематика и статика роботов в 3D	Расчет статических нагрузок в звеньях и шарнирах робота	4	4
4	Расчет и выбор приводов роботов	Расчет и выбор электрического привода робота	4	4
5	Расчет и выбор приводов роботов	Расчет и выбор гидравлического и пневматического привода	4	4
6	Параметрическое 3D-моделирование звеньев и мехатронных модулей	Параметрическое моделирование звена робота	4	4

7	Параметрическое 3D-моделирование звеньев и мехатронных модулей	Моделирование корпуса мехатронного модуля	2	2
8	Сборочное проектирование роботов и настройка кинематических пар	Создание 3D-сборки мехатронного модуля	4	4
9	CAE-анализ конструкций роботов	Статический CAE-анализ элемента конструкции робота	4	2
10	CAE-анализ конструкций роботов	Модальный анализ и топологическая оптимизация элемента робота	2	2
11	Автоматизированное оформление КД	Автоматизированное создание рабочих и сборочных чертежей из 3D-модели / Создание спецификации и защита сквозного CAD/CAE-проекта	2	2
ИТОГО:			36	34

4.3. Содержание практических занятий

Не предусмотрено учебным планом.

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Не предусмотрено учебным планом

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Реализация компетенций

1. Компетенция ПК-3. Способен разрабатывать технологические процессы изготовления деталей машиностроения низкой сложности.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-3.8. Выбирает технологическое оборудование, необходимое для реализации разработанных технологических процессов изготовления деталей машиностроения низкой сложности.	зачет, защита лабораторной работы, устный опрос, защита РГЗ

2. Компетенция ПК-5. Способен анализировать технологические процессы и

обосновывать выбор роботов и робототехнических комплексов для автоматизации производственных операций, разрабатывать конструктивные решения роботов и мехатронных модулей с учетом технических, кинематических, силовых и эксплуатационных требований.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-5.1. Анализирует технологические процессы машиностроительного производства и обосновывает целесообразность применения роботов и робототехнических комплексов. ПК-5.2. Выбирает состав, структуру и основные параметры робототехнического комплекса с учетом производственных задач, требований эффективности, точности и безопасности. ПК-5.3. Разрабатывает конструктивные решения роботов и мехатронных модулей в соответствии с техническим заданием и условиями эксплуатации. ПК-5.4. Выполняет выбор приводов, датчиков, исполнительных механизмов и осуществляет кинематические, силовые и точностные расчеты при проектировании роботов и мехатронных модулей.	зачет, защита лабораторной работы, устный опрос, защита РГЗ

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

Промежуточная аттестация в конце 5-го семестра осуществляется в форме **зачета** после изучения дисциплины «Конструирование роботов и мехатронных модулей».

Зачет проводится по результатам выполнения и защиты сквозного CAD/CAE-проекта. Обучающийся представляет преподавателю комплект проектных материалов в электронном виде и демонстрирует проект в CAD/CAE-среде.

К зачету допускаются обучающиеся, выполнившие лабораторные работы и представившие следующие материалы:

1. техническое задание на проектирование мехатронного модуля;
2. расчетную схему конструкции;
3. кинематический расчет;
4. статический расчет нагрузок;
5. расчет и обоснование выбора привода;
6. параметрические 3D-модели основных деталей;
7. 3D-сборку мехатронного модуля;
8. результаты CAE-анализа;
9. рабочие чертежи деталей;
10. сборочный чертеж;

11. спецификацию.

Процедура защиты сквозного CAD/CAE-проекта

1. Краткое представление технического задания и назначения проектируемого мехатронного модуля.
2. Демонстрация расчетной схемы, кинематических параметров и статических нагрузок.
3. Обоснование выбора привода: электрического, гидравлического или пневматического.
4. Демонстрация параметрической 3D-модели деталей и сборки.
5. Проверка корректности сопряжений, кинематических пар, диапазонов перемещения и отсутствия коллизий.
6. Представление результатов CAE-анализа: напряжений, перемещений, коэффициента запаса, собственных частот.
7. Демонстрация автоматически сформированных чертежей и спецификации
8. Ответы на вопросы преподавателя по расчетной, конструкторской и программной части проекта.

Типовые контрольные задания для зачета

1. Разработать расчетную схему поворотного модуля робота, определить требуемый момент на валу и выбрать серводвигатель с редуктором.
2. Выполнить расчет пневматического захвата по заданной массе объекта, коэффициенту трения и требуемому усилию удержания.
3. Выполнить расчет гидравлического линейного привода по заданному усилию, ходу, давлению и скорости перемещения.
4. Создать параметрическую 3D-модель звена робота с отверстиями под подшипники, крепежные элементы и привод.
5. Создать 3D-сборку мехатронного модуля с настройкой кинематических пар и ограничений перемещения.
6. Выполнить статический CAE-анализ кронштейна робота при заданной нагрузке и оценить коэффициент запаса.
7. Выполнить модальный анализ звена робота и определить допустимость конструкции по собственным частотам.
8. Выполнить топологическую оптимизацию элемента конструкции с учетом снижения массы и сохранения жесткости.
9. Сформировать рабочий чертеж детали на основе 3D-модели с нанесением размеров, посадок, материала и технических требований.
10. Сформировать сборочный чертеж мехатронного модуля и спецификацию на основе 3D-сборки.

Результат промежуточной аттестации выставляется в зачетную книжку и зачетную ведомость в форме «зачтено» или «не зачтено».

Зачет принимают два преподавателя кафедры в присутствии студентов группы.

Результаты выполнения аттестационного испытания выставляются в зачетную книжку студента и зачетную ведомость.

5.2.2. Перечень контрольных материалов

для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме собеседования, проверки лабораторных работ, проверки расчетных материалов, контроля CAD-моделей, CAE-отчетов и конструкторской документации.

Собеседование.

Предполагает опрос студентов на практических занятиях, по изученным разделам дисциплины.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	Введение в CAD/CAE-проектирование роботов	1. Что понимается под цифровым двойником робототехнического модуля? 2. Каковы основные этапы сквозного цифрового проектирования? 3. В чем отличие ручного выполнения чертежа от автоматизированного выпуска КД из 3D-модели? 4. Какие задачи решаются средствами CAD? 5. Какие задачи решаются средствами CAE? 6. Почему при проектировании роботов важно обеспечивать ассоциативную связь между моделью, расчетом и чертежом?
2.	Кинематический анализ роботов	1. Что называется кинематической цепью робота? 2. Что такое звено и кинематическая пара? 3. Как определяются степени свободы механизма? 4. Какие системы координат применяются при описании пространственного движения робота? 5. Что понимается под рабочей зоной манипулятора? 6. Как определить положение исполнительного органа в системе координат XYZ? 7. Как связаны кинематическая схема и 3D-сборка в CAD-среде?
3.	Статический анализ роботов и расчет нагрузок	1. Какие нагрузки действуют на звено робота? 2. Как определяется момент от полезной нагрузки? 3. Как учитывать массу звена при статическом расчете? 4. Как определяются реакции в шарнирах и опорах? 5. Как формируется расчетный случай для CAE-анализа? 6. Почему расчетная схема должна соответствовать реальным условиям закрепления детали?
4.	Электрические приводы роботов	1. В чем отличие серводвигателя от шагового двигателя? 2. Какие параметры учитываются при выборе серводвигателя? 3. Как определить требуемый момент на валу двигателя? 4. Как влияет редуктор на момент и скорость исполнительного звена? 5. Что такое момент инерции нагрузки и почему он важен при выборе привода? 6. Какие датчики обратной связи применяются в электрических приводах роботов?
5.	Гидравлические и пневматические приводы	1. В каких случаях целесообразно применять гидравлический привод? 2. В каких случаях целесообразно применять пневматический привод? 3. Как определяется усилие гидроцилиндра? 4. Как определяется усилие пневмоцилиндра? 5. Как влияет давление рабочей среды на габариты исполнительного цилиндра? 6. Какие ограничения имеют пневматические приводы при точном позиционировании?

		7. Как выбрать тип привода для механического захвата?
6.	Механические передачи в роботах	1. Какие передачи применяются в мехатронных модулях роботов? 2. Что такое передаточное отношение? 3. Как выбрать зубчатую, ременную, винтовую, планетарную или волновую передачу? 4. Как передача влияет на точность позиционирования и люфт? 5. Как учитывать КПД передачи при выборе двигателя?
7.	Крепежные детали и соединения	1. Что такое параметрическая 3D-модель? 2. Какие геометрические зависимости используются в эскизах? 3. Как изменяется модель при изменении управляющих параметров? 4. Какие элементы конструкции роботов целесообразно делать параметрическими? 5. Как моделируются посадочные места под подшипники, редукторы и крепежные элементы? 6. Как обеспечить технологичность 3D-модели?
8.	Сборочное проектирование и кинематические пары	1. Какие типы сопряжений используются в САД-сборках? 2. Как задать вращательную кинематическую пару? 3. Как задать поступательную кинематическую пару? 4. Как проверить отсутствие пересечений деталей? 5. Как задать предельные положения звена? 6. Как проверить монтажную доступность крепежных элементов?
9.	САЕ-анализ конструкций роботов	1. Что такое метод конечных элементов? 2. Какие исходные данные необходимы для статического анализа? 3. Как назначаются материалы, крепления и нагрузки? 4. Что показывает поле эквивалентных напряжений? 5. Что показывает поле перемещений? 6. Что такое коэффициент запаса прочности? 7. Для чего выполняется модальный анализ? 8. В чем назначение топологической оптимизации?
10.	Автоматизированное оформление КД	1. Как создать рабочий чертеж на основе 3D-модели? 2. Какие виды, разрезы и сечения формируются автоматически? 3. Как обеспечить связь между 3D-моделью и чертежом? 4. Как создается спецификация сборочной единицы? 5. Какие ошибки возникают при автоматическом выпуске КД? 6. Как проверить соответствие чертежа требованиям ЕСКД?

Проверка и защита лабораторных работ (аудиторные и домашние).

- Проверка и защита лабораторных работ предусматривает:
- проверку правильности выполнения расчетной схемы;
- проверку корректности кинематических и статических расчетов;
- проверку обоснованности выбора привода;
- проверку структуры САД-файлов и параметрических зависимостей;
- проверку корректности сборочных сопряжений и кинематических пар;
- проверку результатов САЕ-анализа;
- проверку рабочих и сборочных чертежей, созданных на основе 3D-модели;
- собеседование по выполненной работе;
- выполнение дополнительных построений, расчетов или изменений модели по заданию преподавателя.

Типовые варианты заданий самостоятельной работы студентов

№	Наименование задания	Содержание задания
---	----------------------	--------------------

№	Наименование задания	Содержание задания
1	Расчетная схема мехатронного модуля	По индивидуальному варианту разработать пространственную расчетную схему механизма, определить звенья, кинематические пары, оси движения и рабочую зону
2	Кинематический расчет	Определить положения характерных точек исполнительного органа в системе координат XYZ, построить траекторию движения
3	Статический расчет	Рассчитать силы, реакции, изгибающие и крутящие моменты в наиболее нагруженных элементах конструкции
4	Выбор электрического привода	Выбрать серводвигатель или шаговый двигатель с учетом момента, скорости, передаточного отношения, точности и коэффициента запаса
5	Выбор гидравлического или пневматического привода	Рассчитать усилие, ход, давление, расход и выбрать типоразмер исполнительного цилиндра
6	Параметрическая модель детали	Создать 3D-модель звена, кронштейна или корпуса с управляющими размерами и зависимостями
7	Сборка мехатронного модуля	Создать 3D-сборку с приводом, передачей, опорами, крепежом и кинематическими ограничениями
8	САЕ-верификация	Провести статический или модальный анализ детали, оценить прочность, жесткость и рациональность конструкции
9	Комплект КД	Сформировать рабочий чертеж, сборочный чертеж и спецификацию на основе 3D-модели
10	Защита проекта	Представить цифровой двойник, расчетную часть, результаты САЕ и комплект КД

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется шкала оценивания: «зачтено», «не зачтено».

5.4.1 Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знает основные виды технологического оборудования, применяемого при изготовлении деталей машиностроения низкой сложности; назначение, конструктивные особенности и технологические возможности оборудования; принципы выбора оборудования с учетом формы, размеров, материала, точности и требований к качеству изготавливаемых деталей; основы взаимосвязи конструкции детали, технологического процесса и используемого оборудования.
Умения	Умеет анализировать конструктивные особенности деталей роботов и мехатронных модулей с точки зрения возможности их изготовления; выбирать технологическое оборудование для выполнения основных операций обработки и сборки; обосновывать выбор оборудования с учетом требований точности, производительности, надежности и экономической целесообразности; учитывать ограничения технологического оборудования при проектировании деталей и узлов робототехнических устройств.

Навыки	Владеет навыками выбора технологического оборудования для изготовления деталей роботов и мехатронных модулей низкой сложности; навыками сопоставления конструктивных параметров детали с технологическими возможностями оборудования; навыками обоснования принятых технологических решений при проектировании элементов робототехнических и мехатронных систем.
--------	--

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Зачтено	Не зачтено
Знание терминов, определений, понятий	Обучающийся владеет основной терминологией в области конструирования роботов, мехатронных модулей и технологических процессов изготовления деталей; правильно раскрывает основные понятия, связанные с конструкцией деталей, выбором технологического оборудования, технологическими операциями и требованиями к изготовлению элементов робототехнических устройств.	Обучающийся не владеет основной терминологией в области конструирования роботов, мехатронных модулей и технологических процессов изготовления деталей; допускает существенные ошибки при раскрытии понятий, связанных с конструктивными элементами, технологическим оборудованием, заготовками, операциями обработки и сборки.
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Обучающийся знает основные принципы выбора технологического оборудования для изготовления деталей низкой сложности; понимает взаимосвязь конструкции детали, материала, требований точности, качества поверхности, технологических операций и возможностей оборудования при изготовлении элементов роботов и мехатронных модулей.	Обучающийся не знает или фрагментарно знает основные принципы выбора технологического оборудования и построения технологических процессов изготовления деталей низкой сложности; не понимает взаимосвязь конструкции детали, материала, требований точности и способа обработки.
Объем освоенного материала	Обучающийся освоил основной объем учебного материала; ориентируется в вопросах выбора технологического оборудования, анализа конструктивных особенностей деталей, оценки технологичности конструкции и учета требований к изготовлению деталей роботов и мехатронных модулей.	Обучающийся освоил материал не в полном объеме; имеет существенные пробелы в знаниях по вопросам выбора оборудования, анализа конструктивных особенностей деталей, технологичности конструкции и требований к изготовлению деталей роботов и мехатронных модулей.
Полнота ответов на вопросы	Обучающийся дает достаточно полные и логически связанные ответы; способен объяснить	Обучающийся дает неполные, неточные или ошибочные ответы; затрудняется объяснить назначение

	назначение технологического оборудования, обосновать его выбор и показать связь между конструкцией детали, технологическим процессом и условиями изготовления элементов робототехнических устройств.	технологического оборудования, обосновать его выбор и связать конструктивные особенности детали с технологией ее изготовления.
Четкость изложения и интерпретации знаний	Обучающийся излагает материал последовательно и понятно; корректно интерпретирует изученные положения и применяет теоретические знания к задачам выбора оборудования, анализа технологичности и проектирования деталей роботов и мехатронных модулей.	Обучающийся излагает материал бессистемно и нечетко; допускает ошибки в интерпретации изученных положений, не может корректно применить теоретические знания к задачам конструирования и изготовления деталей роботов и мехатронных модулей.

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Зачтено	Не зачтено
Анализ конструктивных особенностей детали и требований к ее изготовлению	Обучающийся умеет анализировать конструктивные особенности детали, определять основные требования к ее изготовлению, учитывать материал, форму, размеры, точность, шероховатость и условия применения детали в составе робота или мехатронного модуля.	Обучающийся не умеет анализировать конструктивные особенности детали, затрудняется определить основные требования к ее изготовлению, не учитывает материал, форму, размеры, точность, шероховатость и условия последующей сборки в составе робота или мехатронного модуля.
Выбор технологического оборудования для изготовления деталей низкой сложности	Обучающийся умеет выбирать технологическое оборудование для изготовления деталей машиностроения низкой сложности; обосновывает выбор оборудования с учетом конструктивных параметров детали, требуемой точности, производительности, технологических возможностей и условий изготовления.	Обучающийся не умеет обоснованно выбирать технологическое оборудование для изготовления деталей машиностроения низкой сложности; допускает существенные ошибки при сопоставлении возможностей оборудования с требованиями к детали и технологическому процессу.
Применение технологических требований при конструировании деталей роботов и мехатронных модулей	Обучающийся умеет учитывать технологические требования при конструировании деталей и узлов роботов и мехатронных модулей; способен предложить рациональные конструктивные решения с учетом возможностей технологического оборудования, удобства изготовления, сборки, контроля и эксплуатации.	Обучающийся не умеет учитывать технологические требования при проектировании деталей и узлов роботов; допускает решения, затрудняющие изготовление, обработку, сборку или контроль детали, не может предложить корректировку конструкции с учетом возможностей оборудования.

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Зачтено	Не зачтено
Владение навыками анализа технологичности деталей роботов и мехатронных модулей	Обучающийся владеет навыками анализа технологичности деталей роботов и мехатронных модулей; способен выявлять конструктивные особенности, влияющие на выбор способа изготовления, обработки, сборки и контроля детали.	Обучающийся не владеет навыками анализа технологичности деталей роботов и мехатронных модулей; не может выявить конструктивные особенности, влияющие на выбор способа изготовления, обработки, сборки и контроля детали.
Владение навыками выбора технологического оборудования для изготовления деталей низкой сложности	Обучающийся владеет навыками выбора технологического оборудования для изготовления деталей машиностроения низкой сложности; способен сопоставлять требования к детали с технологическими возможностями оборудования и обосновывать принятое решение.	Обучающийся не владеет навыками выбора технологического оборудования для изготовления деталей машиностроения низкой сложности; допускает существенные ошибки при сопоставлении требований к детали с возможностями оборудования и не может обосновать принятое решение.
Владение навыками применения технологических решений при проектировании элементов робототехнических устройств	Обучающийся владеет навыками применения технологических решений при проектировании элементов роботов и мехатронных модулей; способен учитывать требования изготовления, сборки, контроля, надежности и эксплуатационной пригодности проектируемых деталей и узлов.	Обучающийся не владеет навыками применения технологических решений при проектировании элементов роботов и мехатронных модулей; не учитывает требования изготовления, сборки, контроля, надежности и эксплуатационной пригодности проектируемых деталей и узлов.

5.4.2 Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знает основные принципы построения роботов, робототехнических комплексов и мехатронных модулей; классификацию, назначение и области применения промышленных, мобильных и коллаборативных роботов; состав и структуру робототехнического комплекса; требования к конструктивным решениям роботов и мехатронных модулей; основы кинематического, силового и точностного расчета; принципы выбора приводов, датчиков, исполнительных механизмов и элементов механических передач; требования к надежности, безопасности, технологичности и эксплуатационной пригодности робототехнических устройств.
Умения	Умеет анализировать технологические процессы машиностроительного производства и определять возможность их роботизации; обосновывать выбор робота или робототехнического комплекса для автоматизации производственной операции; формировать состав и структуру робототехнического комплекса с учетом производственной задачи; разрабатывать конструктивные схемы роботов, манипуляторов, захватных устройств и мехатронных модулей; выполнять предварительные кинематические, силовые и точностные расчеты; выбирать приводы, датчики и исполнительные механизмы с учетом условий эксплуатации, требований

	точности, грузоподъемности, быстродействия и безопасности.
Навыки	Владеет навыками анализа технологических процессов с целью их автоматизации и роботизации; навыками выбора состава и основных параметров робототехнического комплекса; навыками разработки конструктивных решений роботов и мехатронных модулей по техническому заданию; навыками выполнения инженерных расчетов при проектировании робототехнических устройств; навыками выбора приводных, сенсорных и исполнительных компонентов; навыками оценки работоспособности, технологичности, надежности и эксплуатационной пригодности разработанных конструктивных решений.

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Зачтено	Не зачтено
Знание терминов, определений, понятий	Обучающийся владеет основной терминологией в области робототехнических комплексов, роботов, мехатронных модулей, приводов, датчиков, исполнительных механизмов, кинематических схем и конструктивных решений; правильно раскрывает основные понятия, связанные с автоматизацией производственных операций и проектированием робототехнических устройств.	Обучающийся не владеет основной терминологией в области робототехнических комплексов, роботов и мехатронных модулей; допускает существенные ошибки при раскрытии понятий, связанных с выбором роботов, структурой робототехнического комплекса, приводами, датчиками, исполнительными механизмами и конструктивными решениями.
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Обучающийся знает основные принципы анализа технологических процессов и выбора роботов для автоматизации производственных операций; понимает закономерности построения робототехнических комплексов, взаимосвязь производственной задачи, кинематической схемы, силовых параметров, требований точности, безопасности и условий эксплуатации.	Обучающийся не знает или фрагментарно знает основные принципы анализа технологических процессов и выбора роботов; не понимает взаимосвязь между производственной задачей, структурой робототехнического комплекса, кинематическими, силовыми, точностными и эксплуатационными требованиями.
Объем освоенного материала	Обучающийся освоил основной объем учебного материала; ориентируется в вопросах выбора	Обучающийся освоил материал не в полном объеме; имеет существенные пробелы в знаниях по вопросам

	роботов и робототехнических комплексов, разработки конструктивных решений, выбора приводов, датчиков, исполнительных механизмов, выполнения кинематических, силовых и точностных расчетов.	анализа технологических процессов, выбора роботов и робототехнических комплексов, разработки конструктивных решений и выполнения инженерных расчетов.
Полнота ответов на вопросы	Обучающийся дает достаточно полные и логически связанные ответы; способен объяснить целесообразность применения роботов, обосновать состав и структуру робототехнического комплекса, раскрыть особенности выбора приводов, датчиков, исполнительных механизмов и конструктивных параметров.	Обучающийся дает неполные, неточные или ошибочные ответы; затрудняется объяснить целесообразность применения роботов, обосновать выбор состава робототехнического комплекса, раскрыть принципы выбора приводов, датчиков, исполнительных механизмов и конструктивных решений.
Четкость изложения и интерпретации знаний	Обучающийся излагает материал последовательно и понятно; корректно интерпретирует изученные положения и применяет теоретические знания к задачам анализа технологических процессов, выбора роботов, проектирования роботов и мехатронных модулей.	Обучающийся излагает материал бессистемно и нечетко; допускает ошибки в интерпретации изученных положений, не может корректно применить теоретические знания к задачам выбора роботов, анализа технологических процессов и проектирования мехатронных модулей.

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Зачтено	Не зачтено
Анализ технологических процессов и обоснование применения робототехнических комплексов	Обучающийся умеет анализировать технологические процессы машиностроительного производства, выявлять операции, пригодные для автоматизации, и обосновывать целесообразность применения роботов и робототехнических комплексов с учетом производительности, точности, безопасности и условий эксплуатации.	Обучающийся не умеет анализировать технологические процессы с позиции возможности их роботизации; затрудняется определить операции, пригодные для автоматизации, и не может обосновать целесообразность применения роботов и робототехнических комплексов.
Выбор состава, структуры и параметров робототехнического комплекса	Обучающийся умеет выбирать состав, структуру и основные параметры робототехнического комплекса; учитывает производственную задачу, тип операции, рабочую зону, грузоподъемность, точность позиционирования, требования безопасности и взаимодействие основных модулей комплекса.	Обучающийся не умеет обоснованно выбирать состав, структуру и параметры робототехнического комплекса; допускает существенные ошибки при определении типа робота, рабочей зоны, грузоподъемности, точности, состава оборудования и требований безопасности.
Разработка	Обучающийся умеет разрабатывать	Обучающийся не умеет

конструктивных решений и выполнение инженерных расчетов	конструктивные решения роботов и мехатронных модулей в соответствии с техническим заданием; выполняет предварительный выбор приводов, датчиков и исполнительных механизмов, а также кинематические, силовые и точностные расчеты.	разрабатывать конструктивные решения роботов и мехатронных модулей в соответствии с техническим заданием; затрудняется выполнять выбор приводов, датчиков, исполнительных механизмов и допускает существенные ошибки в кинематических, силовых и точностных расчетах.
---	---	---

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Зачтено	Не зачтено
Владение навыками анализа производственных операций для роботизации	Обучающийся владеет навыками анализа технологических процессов и производственных операций с целью определения возможности их автоматизации и роботизации; способен выявлять требования к роботу, рабочей зоне, точности, безопасности и условиям эксплуатации.	Обучающийся не владеет навыками анализа технологических процессов для определения возможности их роботизации; не может выявить требования к роботу, рабочей зоне, точности, безопасности и условиям эксплуатации.
Владение навыками выбора и обоснования робототехнического комплекса	Обучающийся владеет навыками выбора и обоснования состава робототехнического комплекса; способен сопоставлять параметры робота, захватного устройства, приводов, датчиков и вспомогательного оборудования с требованиями конкретной производственной операции.	Обучающийся не владеет навыками выбора и обоснования робототехнического комплекса; допускает существенные ошибки при сопоставлении параметров робота, захватного устройства, приводов, датчиков и вспомогательного оборудования с требованиями производственной операции.
Владение навыками проектирования конструктивных решений роботов и мехатронных модулей	Обучающийся владеет навыками разработки конструктивных решений роботов и мехатронных модулей; способен применять результаты кинематических, силовых и точностных расчетов при выборе приводов, датчиков, исполнительных механизмов и компоновочных решений.	Обучающийся не владеет навыками разработки конструктивных решений роботов и мехатронных модулей; не может корректно использовать результаты кинематических, силовых и точностных расчетов при выборе приводов, датчиков, исполнительных механизмов и компоновочных решений.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
---	---	---

1	Учебная аудитория УК4, №305.	Специализированная мебель. Мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук.
2	Специализированная лаборатория САПР для проведения практических занятий, выполнения РГЗ. УК№4, №313.	Специализированная мебель, персональные компьютеры, проектор.

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1.	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633 Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2020. Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017.
2.	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633 Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2020. Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017.
3.	Учебный комплект КОМПАС-3D V15	Лицензионное соглашение МЦ-11-00610 от 06.12.2011

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Лукинов, А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств : учебное пособие для вузов / А. П. Лукинов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 608 с. — ISBN 978-5-507-51126-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.
2. Мехатроника. Инженерный подход : учебное пособие для вузов / А. Н. Веригин, Н. А. Незамаев, А. Г. Ишутин [и др.] ; под ред. А. Н. Веригина. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 644 с. — ISBN 978-5-507-52181-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.
3. Гулиа, Н. В. Детали машин : учебник для вузов / Н. В. Гулиа, В. Г. Клоков, С. А. Юрков. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 416 с. — ISBN 978-5-507-51111-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.
4. Ургапова, Г. Б. Детали мехатронных модулей роботов и их конструирование : учебное пособие / Г. Б. Ургапова, Е. А. Чеканина, Г. Н. Трофимова. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 36 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.
5. Савенков, А. П. Приводы роботов и мехатронных устройств : учебное пособие / А. П. Савенков, В. А. Юдаев. — Тамбов : ТГТУ, 2024. — 81 с. — ISBN 978-5-8265-2809-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. www.StandartGOST.ru Интернет портал «Открытая база ГОСТов».
2. www.eskd.Ru Интернет портал «Единая Система Конструкторской Документации».

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 2026 /2027 учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями

Протокол № 12 заседания кафедры от «22» мая 2026 г.

Заведующий кафедрой _____ (Дуюн Т.А.)
подпись, ФИО

Директор института _____ С.С. Лазышев
подпись, ФИО