



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора

_____ **А.В. Троицкий**

« ____ » _____ **2023 г.**

***ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ
МАШИНОСТРОЕНИЯ***

КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ
«КОНСТРУИРОВАНИЕ МЕХАТРОННЫХ МОДУЛЕЙ»**

Направление подготовки: 15.03.06 «Мехатроника и робототехника»

Направленность (профиль): Автоматизация производственных процессов

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Королёв
2023

Рабочая программа является составной частью основной профессиональной образовательной программы и проходит рецензирование со стороны работодателей в составе основной профессиональной образовательной программы. Рабочая программа актуализируется и корректируется ежегодно.

Автор: к.т.н. Музалевская А.А., Ащеулова А.В. Рабочая программа дисциплины (модуля): «Конструирование мехатронных модулей» – Королев МО: «Технологический университет», 2023.

Рецензент: д.т.н., с.н.с. Мороз А.П.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Университета.

Протокол №9 от 11.04.2023 г.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	Мороз А.П. д.т.н., с.н.с. 			
Год утверждения (переутверждения)	2023	2024	2025	2026
Номер и дата протокола заседания кафедры	№9 от 28.03.23			

Рабочая программа согласована:

Руководитель ОПОП ВО  к.т.н., доцент Т.Н.Архипова

Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:

Год утверждения (переутверждения)	2023	2024	2025	2026
Номер и дата протокола заседания УМС	№5 от 11.04.2023 г.			

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Цель изучения дисциплины «Конструирование мехатронных модулей» – формирование у обучающихся основных и важнейших знаний и умений по конструированию мехатронных модулей.

В процессе обучения студент приобретает и совершенствует следующие компетенции:

профессиональные компетенции:

ПК-3. Способен проводить проектные и опытно-конструкторские работы по изготовлению средств автоматизации и механизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций механосборочного производства;

ПК-6. Способен разрабатывать проекты по внедрению средств автоматизации и механизации технологических операций механосборочного производства;

ПК-9. Способен осуществлять контроль процессов по монтажу, испытаниям, наладке, переналадке, сдаче в эксплуатацию средств автоматизации и механизации технологических процессов.

Задачами дисциплины являются:

- передача студентам знаний и умений в области конструирования мехатронных модулей;

- развитие общего представления о современном состоянии конструирования мехатронных модулей и тенденциях ее развития в России и за рубежом;

- умения выбирать из имеющихся разработанных конструктивных решений наиболее целесообразные для заданных условий применения;

- с учётом условий использования робототехнических систем умения создавать изделия с длительным сроком их эксплуатации и морального устаревания.

- формирование навыков измерения и анализа электрических свойств и параметров компонентов, используемых в устройствах управления.

Показатель освоения компетенции отражают следующие индикаторы:

Трудовые действия:

- Способен осуществлять сбор исходных данных для проведения проектных и опытно-конструкторские работ по изготовлению средств автоматизации и механизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций механосборочного производства.
- Способен определять состав и количество средств автоматизации и механизации технологических процессов на основе исходных данных.

- Способен разрабатывать планы расположения средств автоматизации и механизации технологических процессов на участке.
- Способен контролировать работы по монтажу, испытаниям, наладке, переналадке, сдаче в эксплуатацию средств автоматизации и механизации технологических процессов.

Необходимые умения:

- Умеет устанавливать исходные данные для проведения проектных и опытно-конструкторских работ по изготовлению средств автоматизации и механизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций механосборочного производства.
- Умеет рассчитывать необходимое количество средств автоматизации и механизации и разрабатывать план их размещения.
- Умеет контролировать работы по монтажу, испытаниям, наладке, переналадке, сдаче в эксплуатацию средств автоматизации и механизации технологических процессов

Необходимые знания:

- Знает технические требования, предъявляемые к машиностроительным изделиям; основные свойства конструкционных материалов машиностроительных изделий, характеристики основных видов исходных заготовок и способы их получения. Знает типы и конструктивные особенности средств автоматизации и механизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций механосборочного производства.
- Знает принципы и правила размещения средств автоматизации и механизации технологических процессов на участке, методы расчета основного, вспомогательного оборудования и рабочих мест для различных типов производств.
- Знает технологические процессы механосборочного производства.
- Знает правила выполнения монтажа; виды контроля и методы испытаний, правила и условия выполнения работ по наладке, переналадке, сдаче в эксплуатацию средств автоматизации и механизации технологических процессов.
- Знает методические и нормативно-технические документы по организации пусконаладочных работ

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, основной профессиональной образовательной

программы по направлению подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника».

Изучение данной дисциплины базируется на ранее изученных дисциплинах: «Теоретическая механика», «Компьютерная инженерная графика» и компетенциях: ОПК-1,11; ПК-5,6,10.

Знания и компетенции, полученные при освоении дисциплины «Конструирование мехатронных модулей» являются базовыми для прохождения практики, выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов. Практическая подготовка обучающихся составляет 4 часов.

ТАБЛИЦА 1

Виды занятий	Всего часов	Семестр	Семестр	Семестр	Семестр
		5			
Общая трудоемкость	108	108			
ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ					
Аудиторные занятия	48	48			
Лекции (Л)	16	16			
Практические занятия (ПЗ)	32	32			
Лабораторные работы (ЛР)	-	-			
Практическая подготовка	4	4			
Самостоятельная работа	60	60			
<i>Курсовые работы (проекты)</i>	+	+			
<i>Расчетно-графические работы</i>	-	-			
<i>Контрольная работа</i>	-	-			
<i>Текущий контроль знаний</i>	Тест	+			
Вид итогового контроля	экзамен	экзамен			

4. Содержание дисциплины

4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

Наименование тем	Лекции, час Очная /заочная форма	Практические занятия, час Очная /заочная форма	Занятия в интерактивной форме, час Очная /заочная	Практическая подготовка, час Очная /заочная форма	Код компетенций

			форма		
Тема 1. Введение в робототехнические системы	0,5				ПК-3
Тема 2. Структура и классификация механизмов	0,5	4	2		ПК-3
Тема 3. Робототехнические системы и их части	1	4	2	1	ПК-3
Тема 4. Преобразователи движения	1	2			ПК-3
Тема 5. Детали, обслуживающие передачи	1	2			ПК-3
Тема 6. Корпусные детали, направляющие	2	2			ПК-3
Тема 7.Соединения деталей и узлов модулей	2	2			ПК-3
Тема 8.Общие понятия о проектировании мехатронных систем	2	2	2		ПК-3
Тема 9.Системы проектирования	2	4			ПК-3, ПК-6
Тема 10.Моделирование	1	4		1	ПК-3, ПК-6
Тема 11. Этапы моделирования мехатронных модулей	1	4	2	1	ПК-3, ПК-6
Тема 12.Информационная поддержка проектирования мехатронных систем	2	2		1	ПК-9
Итого:	16	32	8	4	

4.2. Содержание тем дисциплины

Тема 1. Введение в конструирование мехатронных модулей

Цель и задачи дисциплины. Основные понятия. Роботы. Предназначение роботов. Виды роботов. Постановка задачи моделирования мехатронных модулей. Возникающие сложности.

Тема 2. Структура и классификация механизмов

Содержание понятия «конструирование», критерии эффективности конструкции, основные виды расчётов: кинематические, силовые, прочностные. Структура механизмов. Кинематические пары. Классификация кинематических пар. Кинематические цепи. Условные изображения кинематических пар и цепей. Структурные формулы плоских и пространственных механизмов. Степени подвижности. Классификация механизмов по основным структурно-конструктивным признакам.

Тема 3. Робототехнические системы и их части

Структурная схема робототехнических систем. Регуляторы в робототехнических системах. Виды регуляторов и различные законы регулирования. Двигатели, используемые в робототехнических системах: двигатели постоянного тока, шаговые двигатели. Захваты как часть робота. Параметры захватов. Манипуляторы. Определение и свойства манипуляторов. Момент инерции и момент силы. Сигналы для перемещения манипуляторов.

Тема 4. Преобразователи движения

Преобразователи движения зубчатые, червячные, планетарные, волновые, рычажные, фрикционные, ременные, винт-гайка, расчеты передач на прочность и жесткость; валы и оси, конструкция и расчеты на прочность, и жесткость.

Тема 5. Детали, обслуживающие передачи

Валы и оси, конструкция и расчеты на прочность, и жесткость; подшипники качения и скольжения, выбор и расчеты на прочность; уплотнительные устройства.

Тема 6. Корпусные детали, направляющие

Назначение, классификация и условия работы, виды повреждений, критерии работоспособности и расчета.

Тема 7. Соединения деталей и узлов модулей

Классификация соединений: разъемные и неразъемные. Неразъемные соединения: заклепочные, сварные, паяные, клеевые; конструкция и расчеты на прочность. Разъемные соединения: резьбовые, шпоночные, зубчатые, штифтовые, клеммовые, с натягом, профильные; конструкция и расчеты соединений на прочность.

Тема 8. Общие понятия о проектировании мехатронных систем.

Системы проектирования. Общие понятия о проектировании мехатронных систем. Системный подход к проектированию. Стадии проектирования. Предпроектная стадия разработки мехатронных систем.

Тема 9. Системы проектирования

Основные принципы проектирования. Стадии проектирования. Структура и разновидности САПР. Интеграция САД- и САМ- систем. Средства моделирования в САПР.

Тема 10. Моделирование

Имитационное моделирование. Математическое моделирование. Физическое моделирование. Виртуальная инженерия.

Тема 11. Этапы моделирования мехатронных модулей

Определение видов входного воздействия. Желаемые выходные сигналы. Соотнесение входных и выходных сигналов. Желаемая модель. Постановка задачи получения модели желаемой системы. Методы решения. Критерии качества полученного решения.

Тема 12. Информационная поддержка проектирования мехатронных систем

CALS-технологии STEP-стандарты. Организация в STEP информационных обменов. Проблемы практического использования CALS-технологий.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Структура фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведена в Приложении 1.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Лукинов, А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств : учебное пособие / А. П. Лукинов. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-1166-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168366> (дата обращения: 13.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Поляков, А. Н. Проектирование мехатронных модулей станков с ЧПУ : учебное пособие / А. Н. Поляков. — Оренбург : ОГУ, 2019. — 128 с. — ISBN 978-5-7410-2365-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/159953> (дата обращения: 13.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Неклюдов, А. Н. Кинематика управления манипулятором. Исследование динамики двухстепенного манипулятора : учебно-методическое пособие / А. Н. Неклюдов, И. В. Трошко, М. Ю. Чалова. — Москва : РУТ (МИИТ), 2019. — 43 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/175767> (дата обращения: 13.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Конструирование и технология производства приборов и систем : учебное пособие / П. П. Пивнев, С. П. Тарасов, И. А. Кириченко, А. П. Волошенко ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2019. - 143 с. - ISBN 978-5-9275-3311-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1088193> (дата обращения: 13.09.2021). – Режим доступа: по подписке.
2. Гуревич, Ю. Е. Расчет и основы конструирования деталей машин : учебник : в 2 т. Том 1. Исходные положения. Соединения деталей машин. Детали передач / Ю. Е. Гуревич, А. Г. Схиртладзе. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2020. — 240 с. - ISBN 978-5-906923-29-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1073038> (дата обращения: 13.09.2021). – Режим доступа: по подписке.
3. Гуревич, Ю. Е. Расчет и основы конструирования деталей машин : учебник : в 2 т. Том 2. Механические передачи / Ю. Е. Гуревич, А. Г. Схиртладзе. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2020. — 248 с. - ISBN 978-5-906923-60-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1073039> (дата обращения: 17.09.2021). – Режим доступа: по подписке.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

<http://www.biblioclub.ru/>
<http://www.diss.rsl.ru/>
<http://www.rucont.ru/>
<http://www.znanium.com/>
<http://www.book.ru>
<http://e.lanbook.com/>
<http://www.biblio-online.ru>
<http://ies.unitech-mo.ru/>
<http://unitech-mo.ru/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приведены в Приложении 2.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения:MSOffice

Информационные справочные системы: не предусмотрено курсом данной дисциплины

Ресурсы информационно-образовательной среды Университета:
Рабочая программа и методическое обеспечение по дисциплине «Конструирование мехатронных модулей».

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран);
- комплект электронных презентаций по дисциплине.

Практические занятия:

- учебный класс, оснащенный вычислительной техникой (ПК);
- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
- рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет.

**Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации
обучающихся по дисциплине**

***ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ
МАШИНОСТРОЕНИЯ***

КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ**

«КОНСТРУИРОВАНИЕ МЕХАТРОННЫХ МОДУЛЕЙ»

(Приложение 1 к рабочей программе)

Направление подготовки: 15.03.06 «Мехатроника и робототехника»

Направленность (профиль): Автоматизация производственных процессов

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Королёв
2023

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции	Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции, (или ее части), обучающийся приобретает:		
				Трудовые действия	Необходимые умения	Необходимые знания
1	ПК-3.	Способен проводить проектные и опытно-конструкторские работы по изготовлению средств автоматизации и механизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций механосборочного производства.	Темы 1-11	Способен осуществлять сбор исходных данных для проведения проектных и опытно-конструкторские работ по изготовлению средств автоматизации и механизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций механосборочного производства. Способен определять состав и количество средств автоматизации и механизации технологических процессов на основе исходных данных.	Умеет устанавливать исходные данные для проведения проектных и опытно-конструкторские работ по изготовлению средств автоматизации и механизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций механосборочного производства.	Знает технические требования, предъявляемые к машиностроительным изделиям; основные свойства конструкционных материалов машиностроительных изделий, характеристик и основных видов исходных заготовок и способы их получения. Знает типы и конструктивные особенности средств автоматизации и механизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций механосборочного производства

2	ПК-6.	Способен разрабатывать проекты по внедрению средств автоматизации и механизации технологических операций механосборочного производства.	Темы 9-11	Способен разрабатывать планы расположения средств автоматизации и механизации технологических процессов на участке.	Умеет рассчитывать необходимое количество средств автоматизации и механизации и разрабатывать план их размещения.	Знает принципы и правила размещения средств автоматизации и механизации технологических процессов на участке, методы расчета основного, вспомогательного оборудования и рабочих мест для различных типов производств. Знает технологические процессы механосборочного производства
3	ПК-9.	Способен осуществлять контроль процессов по монтажу, испытаниям, наладке, переналадке, сдаче в эксплуатацию средств автоматизации и механизации технологических процессов.	Тема 11	Способен контролировать работы по монтажу, испытаниям, наладке, переналадке, сдаче в эксплуатацию средств автоматизации и механизации технологических процессов.	Умеет контролировать работы по монтажу, испытаниям, наладке, переналадке, сдаче в эксплуатацию средств автоматизации и механизации технологических процессов	Знает правила выполнения монтажа; виды контроля и методы испытаний, правила и условия выполнения работ по наладке, переналадке, сдаче в эксплуатацию средств автоматизации и механизации технологических процессов. Знает методические и нормативно-технические документы по

						организации пусконаладоч ных работ
--	--	--	--	--	--	--

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.

Характеристика уровней освоения компетенции		
<i>Уровни</i>	<i>Содержание</i>	<i>Проявления</i>
<i>Компетенция не сформирована</i>	Результаты обучения свидетельствуют об усвоении обучающимися некоторых, элементарных знаний основных вопросов	Допущенные ошибки и неточности показывают, что обучающиеся не овладели необходимой системой знаний
<i>Базовый</i>	Обучающийся обладает необходимой системой знаний и владеет некоторыми умениями	Обучающийся способен понимать и интерпретировать освоенную информацию, что является основой успешного формирования умений и навыков для решения практикоориентированных задач
<i>Продвинутый</i>	Обучающийся демонстрирует результаты на уровне осознанного выполнения трудовых действий, владения учебным материалом, учебными умениями и навыками	Обучающийся способен анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения заданий в практикоориентированных ситуациях
<i>Высокий</i>	Высокий уровень является основой для формирования универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций; соответствующих требованиям федерального государственного образовательного стандарта	Обучающийся способен использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных практикоориентированных ситуациях

Код компетенции	Инструменты, оценивающие сформированность компетенции	Показатель оценивания компетенции	Критерии оценки и шкалы
ПК-3, ПК-6, ПК-9	Доклад в форме презентации	<p><i>А) полностью сформирована (компетенция, освоена на высоком уровне) - 5 баллов</i></p> <p><i>Б) частично сформирована:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>компетенция освоена на продвинутом уровне - 4 балла;</i> • <i>компетенция освоена на базовом уровне - 3 балла;</i> <p><i>В) не сформирована компетенция не сформирована) - 2 и менее баллов</i></p>	<p>Проводится устно с использованием мультимедийных систем, а также с использованием технических средств</p> <p>Время, отведенное на процедуру – 10 - 15 мин.</p> <p>Неявка – 0.</p> <p>Критерии оценки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Соответствие представленной презентации заявленной тематике (1 балл). 2. Качество источников и их количество при подготовке доклада и разработке презентации (1 балл). 3. Владение информацией и способность отвечать на вопросы аудитории (1 балл). 4. Качество самой представленной презентации (1 балл). 5. Оригинальность подхода и всестороннее раскрытие выбранной тематике (1 балл). <p>Максимальная сумма баллов - 5 баллов.</p> <p>Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля.</p> <p>Оценка проставляется в электронный журнал.</p>
ПК-3, ПК-6, ПК-9	Курсовая работа	<p><i>А) полностью сформирована (компетенция, освоена на высоком уровне) - 5 баллов</i></p> <p><i>Б) частично сформирована:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>компетенция освоена на продвинутом уровне - 4 балла;</i> • <i>компетенция</i> 	<p>Проводится в форме письменной работы</p> <p>Время, отведенное на процедуру – семестр.</p> <p>Неявка на защиту курсового проекта – 0.</p> <p>Критерии оценки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Соответствие содержания курсового проекта заявленной тематике (1 балл). 2. Качество источников и их количество при

		<p><i>освоена на базовом уровне - 3 балла; В) не сформирована компетенция не сформирована) - 2 и менее баллов</i></p>	<p>подготовке проекта (1 балл). 3. Владение информацией и способность отвечать на вопросы аудитории (1 балл). 4. Качество самого представляемого проекта (1 балл). 5. Использование специализированного программного обеспечения (1 балл). Максимальная сумма баллов - 5 баллов. Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал.</p>
--	--	---	--

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

3.1. Примерная тематика докладов в презентационной форме

1. Системный подход к проектированию
2. Стадии проектирования
3. Предпроектная стадия разработки мехатронных систем
4. Проектирование непрерывных регуляторов в мехатронных системах
5. Основные принципы проектирования
6. Системы автоматизированного проектирования
7. Структура и разновидности САПР
8. Интеграция CAD- и САМ- систем
9. Математическое моделирование
10. Имитационное моделирование
11. Физическое моделирование
12. Виртуальная инженерия
13. Методы обмена данными технических требований
14. Особенности проектирование мехатронных систем CALS-технологии
15. STEP-стандарты
16. Организация в STEP информационных обменов
17. Проблемы практического использования CALS-технологий
18. Методика концептуального проектирования
19. Классификация мехатронных модулей

20. Этапы проектирования машин, стадии разработки; требования к деталям
21. Оптимизация при конструировании
22. Основные критерии работоспособности и расчета деталей и влияющие на них факторы
23. Надежность машин. Основные термины и определения
24. Основные направления повышения надежности и долговечности деталей машин
25. Машиностроительные материалы и пути их экономии, допускаемые напряжения
26. Технологичность и экономичность конструкции узлов и деталей машин

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Формой контроля знаний по дисциплине «Конструирование мехатронных модулей» являются две текущие аттестации в виде тестов и заключительная аттестация в виде экзамена.

Неделя текущего контроля	Вид оценочного средства	Код компетенций, оценивающий знания, умения, навыки	Содержание оценочного средства	Требования к выполнению	Срок сдачи (неделя семестра)	Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов
В соответствии с графиком учебного процесса	тестирование	ПК-3, ПК-6, ПК-9	20 вопросов	Компьютерное тестирование; время, отведенное на процедуру -30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка -0 Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо - от 70%. Отлично – от 90%.
В соответствии с графиком учебного процесса	тестирование	ПК-3, ПК-6, ПК-9	20 вопросов	Компьютерное тестирование; время, отведенное на процедуру -30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка -0 Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо - от 70%. Отлично – от 90%.
В соответствии с графиком учебного процесса	курсовое проектирование	ПК-3, ПК-6, ПК-9	задание на курсовой проект	Защита курсового проектирования проводится в течение отведенного на процедуру -30	Результаты защиты предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки: «Отлично»: • знание основных понятий предмета;

				минут		<ul style="list-style-type: none"> • умение использовать и применять полученные знания на практике; • знание основных научных теорий, изучаемых предметов; • ответ на вопросы. <p>«Хорошо»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • знание основных понятий предмета; • умение использовать и применять полученные знания на практике; • знание основных научных теорий, изучаемых предметов; • ответы на вопросы билета • неточно решены отдельные элементы задания <p>«Удовлетворительно»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; • незнание неумение использовать и применять полученные знания на практике; <p>«Неудовлетворительно»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; • незнание основных понятий предмета; • неумение использовать и применять полученные
--	--	--	--	-------	--	--

						знания на практике; не отвечает на вопросы..
В соответствии с графиком учебного процесса	экзамен	ПК-3, ПК-6, ПК-9	3 вопроса	Экзамен проводится в устной форме, путем ответа на вопросы. Время отведенное на процедуру – 30 минут.	Результаты предоставляются в день проведения экзамена	<p>Критерии оценки:</p> <p>«Отлично»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • знание основных понятий предмета; • умение использовать и применять полученные знания на практике; • работа на практических занятиях; • знание основных научных теорий, изучаемых предметов; • ответ на вопросы билета. <p>«Хорошо»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • знание основных понятий предмета; • умение использовать и применять полученные знания на практике; • работа на практических занятиях; • знание основных научных теорий, изучаемых предметов; • ответы на вопросы билета • неправильно решено практическое задание <p>«Удовлетворительно»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; • незнание неумение использовать и применять

						<p>полученные знания на практике;</p> <ul style="list-style-type: none"> ● не работал на практических занятиях; <p>«Неудовлетворительно»:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; ● незнание основных понятий предмета; ● неумение использовать и применять полученные знания на практике; ● не работал на практических занятиях; ● не отвечает на вопросы.
--	--	--	--	--	--	--

4.1. Примерные типовые вопросы, выносимые на тестирование

1. Могут ли разные объекты быть описаны одной моделью:

- а) да +
- б) нет
- в) зависит от моделей

2. Построение модели исходных данных; построение модели результата, разработка алгоритма, разработка программы, отладка и исполнение программы, анализ и интерпретация результатов:

- а) анализ существующих задач
- б) этапы решения задачи с помощью компьютера +
- в) процесс описания информационной модели

3. Процесс построения информационных моделей с помощью формальных языков называется:

- а) планированием
- б) визуализацией
- в) формализацией +

4. Последовательность этапов моделирования:

- а) цель, объект, модель, метод, алгоритм, программа, эксперимент, анализ, уточнение +

- б) объект, цель, модель, эксперимент, программа, анализ, тестирование
- в) цель, модель, объект, алгоритм, программа, эксперимент, уточнение выбора объекта

5. Как называется упрощенное представление реального объекта?

- а) оригинал;
- в) модель; +
- б) прототип;
- г) система.

6. Что такое конструирование?

- а) замысел;
- б) этап создания изделия;
- в) технологичное, прочное, надёжное, экономическое изделие.

7. Что относится к основным принципам конструирования?

- а) прочность, надёжность, экономичность;
- б) материал, размер, вес;
- в) форма, назначение, цена.

8. Что такое конструирование?

- а) замысел;
- б) этап создания изделия;
- в) технологичное, прочное, надёжное, экономическое изделие.

9. Что относится к основным принципам конструирования?

- а) прочность, надёжность, экономичность;
- б) материал, размер, вес;
- в) форма, назначение, цена.

10. Механизм состоит

- 1) из кинематических пар
- 2) из стойки
- 3) из кинематических цепей
- 4) из отдельных звеньев

11. Механизмы для воспроизведения вращательного движения

- 1) ступенчатые, узловые
- 2) зубчатые, фрикционные, червячные, цепные
- 3) реечные, угловые, рычажные
- 4) клиноремённые, зубчаторемённые, круглоремённые

12. Модель - это

- 1) визуальный объект;
- 2) свойство процесса или явления;
- 3) упрощенное представление о реальном объекте, процессе или явлении;

4) материальный объект.

13. Моделирование, при котором реальному объекту противопоставляется его увеличенная или уменьшенная копия, называется

- 1) идеальным;
- 2) формальным;
- 3) материальным;
- 4) математическим.

14. Что такое конструирование?

- 1) замысел;
- 2) этап создания изделия;+
- 3) технологичное, прочное, надёжное, экономическое изделие.

15. Что относится к основным принципам конструирования?

- 1) прочность, надёжность, экономичность;+
- 2) материал, размер, вес;
- 3) форма, назначение, цена.

16. С чего начинается конструирование?

- 1) с изготовления моделей;
- 2) со зрительного представления изделия.+

17. К чему приводятся элементарные силы инерции звена, совершающего движение?

- 1) к главному вектору сил инерции
- 2) к главному моменту сил инерции
- 3) к главному вектору и главному моменту сил инерции
- 4) не выполняется приведение элементарных сил инерции

18. При кинестатическом расчете механизма определяют

- 1) скорости
- 2) ускорения
- 3) перемещения
- 4) силы

4.2. Примерная тематика типовых вопросов, выносимых на экзамен

1. Этапы конструирования мехатронных модулей и содержание работ.
2. Функциональная модель мехатронного модуля.
3. Принципы компоновки мехатронного модуля (запасы по мощности, по габаритам, допуски). Влияние компоновки на надёжность работы устройства.
4. Содержание понятия «конструирование», критерии эффективности конструкции, основные
5. виды расчётов: кинематические, силовые, прочностные.
6. Предназначение роботов.

7. Виды роботов.
8. Постановка задачи моделирования робототехнической системы. Возникающие сложности.
9. Понятие системы. Свойства системы.
10. Робототехническая система как модель в виде «Черного ящика».
11. Модель состава системы.
12. Обработка сигналов.
13. Постановка задачи получения модели желаемой системы.
14. Методы решения. Критерии качества полученного решения.
15. Структурная схема робота.
16. Регуляторы в робототехнических системах.
17. Виды регуляторов и различные законы регулирования.
18. Двигатели, используемые в робототехнических системах:
двигатели постоянного тока, шаговые двигатели.
19. Захваты как часть робота. Параметры захватов.
20. Манипуляторы. Определение и свойства манипуляторов.
21. Момент инерции и момент силы.
22. Сигналы для перемещения манипуляторов.
23. Основные модули технического проектирования.
24. Методы обмена данными технических требований
25. Особенности проектирования мехатронных систем

Итоговое начисление баллов по дисциплине осуществляется в соответствии с разработанной и внедренной балльно-рейтинговой системой контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся.

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

***ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ
МАШИНОСТРОЕНИЯ***

КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ
«КОНСТРУИРОВАНИЕ МЕХАТРОННЫХ МОДУЛЕЙ»
(Приложение 2 к рабочей программе)**

Направление подготовки: 15.03.06 «Мехатроника и робототехника»

Направленность (профиль): Автоматизация производственных процессов

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Королёв
2023

1. Общие положения

Цель изучения дисциплины «Конструирование мехатронных модулей» – формирование у обучающихся основных и важнейших знаний и умений по конструированию мехатронных модулей.

Задачами дисциплины являются:

- передача студентам знаний и умений в области конструирования мехатронных модулей;
 - развитие общего представления о современном состоянии конструирования мехатронных модулей и тенденциях ее развития в России и за рубежом;
 - умения выбирать из имеющихся разработанных конструктивных решений наиболее целесообразные для заданных условий применения;
 - с учётом условий использования робототехнических систем умения создавать изделия с длительным сроком их эксплуатации и морального неустаревания.
- формирование навыков измерения и анализа электрических свойств и параметров компонентов, используемых в устройствах управления.

2. Указания по проведению практических занятий

Практические занятия 1.

Вид практического занятия: смешанная форма занятия.

Тема и основные положения темы занятия: Структура механизмов. Кинематические пары. Классификация кинематических пар. Кинематические цепи. Условные изображения кинематических пар и цепей. Структурные формулы плоских и пространственных механизмов. Степени подвижности. Классификация механизмов по основным структурно-конструктивным признакам.

Продолжительность занятий составляет 2ч.

Практические занятия 2.

Вид практического занятия: смешанная форма занятия.

Тема и основные положения темы занятия: **Концепция построения мехатронных модулей** Компоновка модулей и блоков. Основные виды соединений: стержней, листов и корпусных деталей. Типы и характеристики соединений. Расчеты соединений на прочность. Упругие элементы и их классификация

Продолжительность занятий составляет 2ч.

Практические занятия 3.

Вид практического занятия: смешанная форма занятия.

Тема и основные положения темы занятия: **Робототехнические системы и их части.**

Структурная схема робототехнических систем. Регуляторы в робототехнических системах. Виды регуляторов и различные законы регулирования. Двигатели, используемые в робототехнических системах: двигатели постоянного тока, шаговые двигатели.

Продолжительность занятий составляет 2ч.

Практические занятия 4.

Вид практического занятия: смешанная форма занятия.

Тема и основные положения темы занятия: **Робототехнические системы и их части.** Захваты как часть робота. Параметры захватов. Манипуляторы. Определение и свойства манипуляторов. Момент инерции и момент силы. Сигналы для перемещения манипуляторов.

Продолжительность занятий составляет 2ч.

Практические занятия 5.

Вид практического занятия: смешанная форма занятия.

Тема и основные положения темы занятия: **Преобразователи движения**

Преобразователи движения зубчатые, червячные, планетарные, волновые, рычажные, фрикционные, ременные, винт-гайка, расчеты передач на прочность и жесткость; валы и оси, конструкция и расчеты на прочность, и жесткость.

Продолжительность занятий составляет 2ч.

Практические занятия 6.

Вид практического занятия: смешанная форма занятия.

Тема и основные положения темы занятия: **Детали, обслуживающие передачи**

Валы и оси, конструкция и расчеты на прочность, и жесткость; подшипники качения и скольжения, выбор и расчеты на прочность; уплотнительные устройства.

Продолжительность занятий составляет 2ч.

Практические занятия 7.

Вид практического занятия: смешанная форма занятия.

Тема и основные положения темы занятия: **Корпусные детали, направляющие**

Назначение, классификация и условия работы, виды повреждений, критерии работоспособности и расчета.

Продолжительность занятий составляет 2ч.

Практические занятия 8.

Вид практического занятия: смешанная форма занятия.

Тема и основные положения темы занятия: **Соединения деталей и узлов модулей**

Классификация соединений: разъемные и неразъемные. Неразъемные соединения: заклепочные, сварные, паяные, клеевые; конструкция и расчеты на прочность. Разъемные соединения: резьбовые, шпоночные, зубчатые, штифтовые, клеммовые, с натягом, профильные; конструкция и расчеты соединений на прочность.

Продолжительность занятий составляет 2ч.

Практические занятия 9.

Вид практического занятия: смешанная форма занятия.

Тема и основные положения темы занятия: **Общие понятия о проектировании мехатронных систем.** Системы проектирования. Общие понятия о проектировании мехатронных систем. Системный подход к проектированию. Стадии проектирования. Предпроектная стадия разработки мехатронных систем.

Продолжительность занятий составляет 2ч.

Практические занятия 10.

Вид практического занятия: смешанная форма занятия.

Тема и основные положения темы занятия: **Системы проектирования**

Основные принципы проектирования. Стадии проектирования. Структура и разновидности САПР. Интеграция САД- и САМ- систем. Средства моделирования в САПР.

Продолжительность занятий составляет 4ч.

Практические занятия 11.

Вид практического занятия: смешанная форма занятия.

Тема и основные положения темы занятия: **Моделирование**

Имитационное моделирование. Математическое моделирование. Физическое моделирование. Виртуальная инженерия.

Продолжительность занятий составляет 4ч.

Практические занятия 12.

Вид практического занятия: смешанная форма занятия.

Тема и основные положения темы занятия: **Этапы моделирования мехатронных модулей. Надежность и диагностика мехатронных модулей** Основные понятия надежности, характеристики надежности систем и устройств. Понятие безотказности и отказоустойчивости. Надежность в период нормальной эксплуатации. Надежность в период постепенных отказов. Надежность сложных систем.

Продолжительность занятий составляет 2ч.

Практические занятия 13.

Вид практического занятия: смешанная форма занятия.

Тема и основные положения темы занятия: Этапы моделирования мехатронных модулей

Определение видов входного воздействия. Желаемые выходные сигналы. Соотнесение входных и выходных сигналов. Желаемая модель. Постановка задачи получения модели желаемой системы. Методы решения. Критерии качества полученного решения.

Продолжительность занятий составляет 2ч.

Практические занятия 14.

Вид практического занятия: смешанная форма занятия.

Тема и основные положения темы занятия: Информационная поддержка проектирования мехатронных систем

CALS-технологии STEP-стандарты. Организация в STEP информационных обменов. Проблемы практического использования CALS-технологий.

Продолжительность занятий составляет 2ч.

3. Указания по проведению лабораторного практикума

Не предусмотрен учебным планом.

4. Указания по проведению самостоятельной работы студентов

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение

1. Классификация мехатронных модулей.
2. Этапы проектирования машин, стадии разработки; требования к деталям. Оптимизация при конструировании.
3. Основные критерии работоспособности и расчета деталей и влияющие на них факторы.
4. Надежность машин. Основные термины и определения.
5. Основные направления повышения надежности и долговечности деталей машин.
6. Машиностроительные материалы и пути их экономии, допускаемые напряжения.
7. Роль стандартизации и унификации в машиностроении. Взаимозаменяемость. Точность
8. Технологичность и экономичность конструкции узлов и деталей машин.

Тематическое содержание самостоятельной работы представлено в таблице 2

Таблица 2 - Тематическое содержание самостоятельной работы

№ п/п	Наименование блока (раздела) дисциплины	Виды самостоятельной работы
-------	---	-----------------------------

1.	Общие понятия о проектировании мехатронных модулей	Подготовка докладов с презентацией: 1. Мехатронный модуль движения подъемного механизма трубоукладочных машин. 2. Мехатронная система управления поворотом рабочего органа горнопроходческой машины. 3. Мехатронная система управления крановым механизмом. 4. Мехатронная система контроля качества ферромагнитных изделий. 5. Мехатронная система подачи бетонной смеси в опалубочную форму.
4.	Этапы проектирования мехатронных модулей	Подготовка докладов с презентацией: 1. Системный подход к проектированию 2. Стадии проектирования 3. Предпроектная стадия разработки мехатронных систем 4. Проектирование непрерывных регуляторов в мехатронных системах 5. Основные принципы проектирования

5. Указания по проведению контрольных работ для обучающихся очной формы обучения

Указания по проведению курсового проекта

5.1. Требования к структуре

По объему курсовой проект составляет 2 листа графической части формата А1 и пояснительную записку объемом от 15 до 20 страниц.

Структура пояснительной записки курсового проекта должна способствовать раскрытию содержания: иметь титульный лист, содержание, введение, основную часть, заключение, список литературы.

5.2. Требования к содержанию

1. Во введении обосновывается актуальность темы, определяется цель работы, задачи и методы исследования.

2. При определении целей и задач исследования необходимо правильно их формулировать. Так, в качестве цели не следует употреблять глагол «сделать». Правильно будет использовать глаголы: «раскрыть», «определить», «установить», «показать», «выявить» и т.д.

3. Основная часть работы включает вопросы, каждый из которых посвящается решению задач, сформулированных во введении, и заканчивается констатацией итогов.

4. Приветствуется иллюстрация содержания работы таблицами, графическим материалом (рисунками, схемами и т.п.).

5. Необходимо давать ссылки на используемую Вами литературу.

6. Заключение должно содержать сделанные автором работы выводы, итоги исследования.

7. Вслед за заключением идет список литературы, который должен быть составлен в соответствии с установленными требованиями. Если в работе имеются приложения, они оформляются на отдельных листах, и должны быть соответственно пронумерованы.

5.3. Требования к оформлению

Объем пояснительной записки курсового проекта – 15...20 страниц формата А4, напечатанного с одной стороны текста (1,5 интервал, шрифт Times New Roman). Контрольная работа должна быть также представлена в электронном виде.

5.4. Порядок выполнения курсового проекта

1. Изучить упрощенную кинематическую схему модуля и выполнить ее критический анализ.

2. Выполнить энергетический расчет привода и кинематический расчет механизма преобразования движения (при необходимости).

3. Выбрать датчик перемещения.

4. Определить основные параметры тормозного устройства (при его необходимости).

5. По справочникам предварительно выбрать опоры подвижных конструктивных элементов.

6. Выбрать направляющие для модулей поступательного перемещения.

7. Разработать предварительную конструкцию модуля.

8. Разработать варианты эскизной компоновки.

9. Выполнить силовой расчет модуля. Определить все силы и моменты сил, действующие на основные конструктивные элементы.

10. Расчет опор и направляющих на долговечность и статическую нагрузку.

11. По результатам силового расчета скорректировать предварительную конструкцию модуля.

12. Разработать окончательную конструкцию модуля.

13. Выполнить расчет точности модуля с учетом погрешностей изготовления его конструктивных элементов.

14. Произвести проверочный расчет двигателя.

5.5. Примерная тематика курсового проекта

1. Мехатронный модуль фрезерного станка.

2. Мехатронный модуль токарного станка.

3. Мехатронный модуль станка для лазерной резки.

4. Механизма перемещения газовой задвижки.

5. Мехатронный модуль механизма перемещения шибберной задвижки.
6. Мехатронный модуль движения подъемного механизма мостового крана.
7. Мехатронный комплекс холодной объемной штамповки.
8. Мехатронный модуль движения подъемного механизма трубоукладочных машин.
9. Мехатронная система управления поворотом рабочего органа горнопроходческой машины.
10. Мехатронная система управления крановым механизмом.
11. Мехатронная система контроля качества ферромагнитных изделий.
12. Мехатронная система подачи бетонной смеси в опалубочную форму.
13. Мехатронная система механической очистки водоочистных сооружений.

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература:

1. Лукинов, А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств : учебное пособие / А. П. Лукинов. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-1166-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168366> (дата обращения: 13.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Поляков, А. Н. Проектирование мехатронных модулей станков с ЧПУ : учебное пособие / А. Н. Поляков. — Оренбург : ОГУ, 2019. — 128 с. — ISBN 978-5-7410-2365-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/159953> (дата обращения: 13.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Неклюдов, А. Н. Кинематика управления манипулятором. Исследование динамики двухстепенного манипулятора : учебно-методическое пособие / А. Н. Неклюдов, И. В. Трошко, М. Ю. Чалова. — Москва : РУТ (МИИТ), 2019. — 43 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/175767> (дата обращения: 13.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Конструирование и технология производства приборов и систем : учебное пособие / П. П. Пивнев, С. П. Тарасов, И. А. Кириченко, А. П. Волощенко ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2019. - 143 с. - ISBN 978-5-9275-3311-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1088193> (дата обращения: 13.09.2021). — Режим доступа: по подписке.

2. Гуревич, Ю. Е. Расчет и основы конструирования деталей машин : учебник : в 2 т. Том 1. Исходные положения. Соединения деталей машин. Детали передач / Ю. Е. Гуревич, А. Г. Схиртладзе. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2020. — 240 с. - ISBN 978-5-906923-29-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1073038> (дата обращения: 13.09.2021). – Режим доступа: по подписке.

3. Гуревич, Ю. Е. Расчет и основы конструирования деталей машин : учебник : в 2 т. Том 2. Механические передачи / Ю. Е. Гуревич, А. Г. Схиртладзе. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2020. — 248 с. - ISBN 978-5-906923-60-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1073039> (дата обращения: 17.09.2021). – Режим доступа: по подписке.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

<http://www.biblioclub.ru/>
<http://www.diss.rsl.ru/>
<http://www.rucont.ru/>
<http://www.znanium.com/>
<http://www.book.ru/>
<http://e.lanbook.com/>
<http://www.biblio-online.ru/>
<http://ies.unitech-mo.ru/>
<http://unitech-mo.ru/>

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения:MSOffice (для создания отчетов)

Информационные справочные системы: не предусмотрено курсом данной дисциплины

Ресурсы информационно-образовательной среды Университета: Рабочая программа и методическое обеспечение по дисциплине «Конструирование мехатронных модулей».