



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.
Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИГДиТ
С.Е. Гавришев

25.02.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОСНОВЫ МЕХАНИКИ МНОГОДВИГАТЕЛЬНЫХ МАШИН

Направление подготовки (специальность)
23.03.02 НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

Направленность (профиль/специализация) программы
Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование

Уровень высшего образования - бакалавриат
Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт горного дела и транспорта
Кафедра	Горных машин и транспортно-технологических комплексов
Курс	3
Семестр	5, 6

Магнитогорск
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 23.03.02 НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 06.03.2015 г. № 162)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических комплексов

27.12.2019, протокол № 6

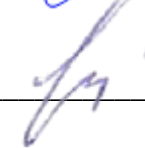
Зав. кафедрой  А.Д. Кольга

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ

25.02.2020 г. протокол № 7

Председатель  С.Е. Гавришев

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ГМиТТК, канд. техн. наук  И.Г. Усов

Рецензент:

Зам.генерального директора

ООО «УралЭнергоРесурс», канд. техн. наук  И.С. Туркин

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-

Протокол от 01 сентября 2020 г. № 1

Зав.кафедрой  А.М. Мажитов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-

Протокол от _____ 20__ г. № __

Зав. кафедрой _____ А.М. Мажитов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-

Протокол от _____ 20__ г. № __

Зав. кафедрой _____ А.М. Мажитов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-

Протокол от _____ 20__ г. № __

Зав. кафедрой _____ А.М. Мажитов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-

Протокол от _____ 20__ г. № __

Зав. кафедрой _____ А.М. Мажитов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-

Протокол от _____ 20__ г. № __

Зав. кафедрой _____ А.М. Мажитов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) являются:

- формирование у студентов знаний, умений, навыков и владений по исследованию механических свойств многодвигательных машин, решению сложных задач механики и управления подобными системами;

- овладение достаточным уровнем общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы профиль Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Основы механики многодвигательных машин входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Теоретическая механика

Начертательная геометрия и компьютерная графика

Физика

Сопrotивление материалов

Математика

Пространственные механические системы

Прикладная механика

Гидравлика

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Технические основы создания машин

Силовые и энергетические установки подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

Расчет и конструирование специальных подъемно-транспортных машин и манипуляторов

Машины непрерывного транспорта

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Основы механики многодвигательных машин» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-4 способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач	
Знать	- понятие многодвигательных машин, как важнейшего направления научно-технического прогресса; - состав, характеристики и область применения многодвигательных машин (ММ); - структуру и собственные свойства ММ; - методы решения прикладных задач анализа и синтеза, кинематики, кинетостатики и динамики ММ

Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - составлять расчетные схемы; - проводит силовой анализ; - решать дифференциальные уравнения движения ММ
Владеть	<p>практическими навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в проведении исследований собственных свойств ММ; - в отработке различных конструктивных решений ММ, в том числе с помощью ЭВМ
<p>ОПК-7 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности</p>	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - понятие многодвигательных машин, как важнейшего направления научно-технического прогресса; - состав, характеристики и область применения многодвигательных машин (ММ); - структуру и собственные свойства ММ; - методы решения прикладных задач анализа и синтеза, кинематики, кинестатики и динамики ММ
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - составлять расчетные схемы; - проводит силовой анализ; - решать дифференциальные уравнения движения ММ
Владеть	<p>практическими навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в проведении исследований собственных свойств ММ; - в отработке различных конструктивных решений ММ, в том числе с помощью ЭВМ
<p>ПК-1 способностью в составе коллектива исполнителей участвовать в выполнении теоретических и экспериментальных научных исследований по поиску и проверке новых идей совершенствования наземных транспортно-технологических машин, их технологического оборудования и создания комплексов на их базе</p>	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - понятие многодвигательных машин, как важнейшего направления научно-технического прогресса; - состав, характеристики и область применения многодвигательных машин (ММ); - структуру и собственные свойства ММ; - методы решения прикладных задач анализа и синтеза, кинематики, кинестатики и динамики ММ
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - составлять расчетные схемы; - проводит силовой анализ; - решать дифференциальные уравнения движения ММ
Владеть	<p>практическими навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в проведении исследований собственных свойств ММ; - в отработке различных конструктивных решений ММ, в том числе с помощью ЭВМ

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц 252 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 109,15 акад. часов:
- аудиторная – 105 акад. часов;
- внеаудиторная – 4,15 акад. часов
- самостоятельная работа – 107,15 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

Форма аттестации - зачет, экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1.								
1.1 Введение. Цели и задачи курса. Взаимосвязь курса с другими дисциплинами. Механика машин - как важнейшее направление научно-технического прогресса. Состав, характеристики, области применения и развитие ММ.	5	2			6	1. Самостоятельное изучение учебной и научно литературы по теме 2. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).	1. Индивидуальное собеседование. 2. Индивидуальное сообщение на занятии	ОПК-4, ОПК-7, ПК-1

<p>1.2 2.Тема: Структура многодвигательных машин. Характеристика ММ: Определение, назначение и общая характеристика ММ. Структура ММ (основные исполнительные звенья, связи строения связи функционирования), основные кинематические цепи , силовые приводы, системы передач движения. Исполнительные механизмы: Исполнительные механизмы ММ с приводами на звеньях, на основании и комбинированные схемы. Структура основных кинематических цепей: Структура основных кинематических цепей, разомкнутые, замкнутые и квазизамкнутые основные кинематические цепи, степени свободы ММ, обобщенные координаты, базовые</p>	8	8/3И	8/3И	22	<p>1. Самостоятельное изучение учебной и научно литературы по теме 2. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет). 3. Подготовка к практическому занятию и выполнение практических работ</p>	<p>1. Индивидуальное собеседование. 2. Индивидуальное сообщение на занятии 3. Проверка индивидуального задания и его защита</p>	ОПК-4, ОПК-7, ПК-1
---	---	------	------	----	--	---	--------------------

<p>1.3 3.Тема: Кинематика многодвигательных машин. Функции положения: основные кинематические цепи ММ. Определение скоростей и ускорений точек звеньев ММ. Определение угловых скоростей и ускорений звеньев ММ. Прямая и обратная задачи кинематики ММ. Системы передач движения звеньями: Кинематические схемы, системы передач движения звеньям исполнительный кинематической цепи ММ с приводами, установленными на звеньях и основании. Кинематическая зависимость движений звеньев, матрица частных передаточных отношений кинематических цепей. Системы передач движения: Условие кинематической независимости движения, синтез кинематически независимых систем передач движения с общим дифференциальным приводом и с помощью двухпоточных систем передач движения. Кинематический синтез: Методы кинематического синтеза основных кинематических цепей ММ по заданным</p>		8	10/ЗИ	10/ЗИ	25	<p>1. Самостоятельное изучение учебной и научно литературы по теме 2. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет). 3. Подготовка к практическому занятию и выполнение практических работ</p>	<p>1. Индивидуальное собеседование. 2. Индивидуальное сообщение на занятии 3. Проверка индивидуального задания и его защита</p>	ОПК-4, ОПК-7, ПК-1
---	--	---	-------	-------	----	--	---	--------------------

<p>1.4 Силовой анализ многодвигательных машин. Методика силового расчета: Постановление задач и общая методика силового расчета. Построение расчетных схем: Построение расчетных схем и составление уравнений кинестатики ММ. Определение реакций в кинематических парах основных кинематических цепей и сил, действующих в элементах приводов и системы передач движения. Определение расчетного нагружения: Определение расчетного нагружения ММ. Статические деформации системы, статические ошибки ММ. Определение положений равновесия ММ. Задачи разгрузки многодвигательных машин: Задачи разгрузки ММ: пассивные и активные способы и механизмы статической разгрузки приводов машин, границы</p>	6	7		14/5И	18	<p>1. Самостоятельное изучение учебной и научно литературы по теме 2. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет). 3. Подготовка к практическому занятию и выполнение практических работ</p>	<p>1. Индивидуальное собеседование. 2. Индивидуальное сообщение на занятии 3. Проверка индивидуального задания и его защита</p>	ОПК-4, ОПК-7, ПК-1
---	---	---	--	-------	----	--	---	--------------------

<p>1.5 Динамика многодвигательных машин. Уравнения динамики: Уравнения динамики ММ в форме уравнений Лагранжа II-го рода. Первая (прямая) и вторая (обратная) задачи динамики ММ. Численное решение задачи динамики на ЭВМ. Динамическое взаимодействие движений по степеням свободы. Способы динамической развязки движений. Колебания ММ: Малые колебания ММ. Упругие и диссипативные характеристики механизмов. Динамические модели основных кинематических цепей и приводов с системами передач движения степеням свободы механизмов. Собственные частоты и собственные формы колебаний: Собственные частоты и собственные формы колебаний систем. Некоторые методы приближенного определения собственных форм и частот колебаний. Методы определения первой собственной частоты и собственной формы. Динамика приводов: Динамика приводов с учетом упругой податливости элементов машин. Анализ частотных свойств ММ. Собственные и</p>	6		14/БИ	18	<p>1. Самостоятельное изучение учебной и научно литературы по теме 2. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет). 3. Подготовка к практическому занятию и выполнение практических работ</p>	<p>1. Индивидуальное собеседование. 2. Индивидуальное сообщение на занятии 3. Проверка индивидуального задания и его защита</p>	ОПК-4, ОПК-7, ПК-1
--	---	--	-------	----	--	---	--------------------

1.6 6.Тема: Заключение. Обзор современных научно-технических достижений механики машин. Задачи и перспективы развития.						1. Самостоятельное изучение учебной и научно литературы по теме 2. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).	1. Индивидуальное собеседование. 2. Индивидуальное сообщение на занятии	ОПК-4, ОПК-7, ПК-1
1.7 Экзамен						Подготовка к экзамену	Экзамен	ОПК-4, ОПК-7, ПК-1
Итого по разделу	35	18/6И	52/20И	107,15				
Итого за семестр	17		34/14И	54,15			экзамен	
Итого по дисциплине	35	18/6И	52/20И	107,15			зачет, экзамен	ОПК-4,ОПК-7,ПК-1

5 Образовательные технологии

1. В учебном процессе предусмотрены занятия в форме разбора конкретных ситуаций, связанных с монтажом машин и механизмов.
2. При проведении лабораторных и практических работ рассматриваются тесты по темам в интерактивной форме. Объем занятий в интерактивной форме – 26 ч.
3. Часть занятий лекционного типа проводятся в виде презентации.
4. Практические занятия проводятся с использованием рекомендуемого программного обеспечения.
5. В рамках учебного курса предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов по тематике курса.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Основы механики многодвигательных машин: учеб. пособие /Макаров А.Н., Кутлубаев И.М., Усов И.Г. 3-е изд. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И.Носова», 2015. 194 с.

б) Дополнительная литература:

1. Бидерман В.Л. Теория механических колебаний. - М.: Высшая школа, 1980. - 408 с.
2. Бурдаков С.Ф., Дьяченко В.А., Тимофеев А.Р. Проектирование манипуляторов промышленных роботов роботизированных комплексов: Учебн. пособие. - М.: Высш.шк.,1986. - 264 с.
3. Кобринский А.А., Кобринский А.Е. Манипуляционные системы роботов: основы устройства, элементы теории. - М.: Наука. Главная редакция математической литературы, 1985.- 344 с.
4. Козлов В.В., Макарычев В.П., Тимофеев А.В., Юревич С.И. Динамика управления роботами. - М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1984.- 331 с.
5. Куликова, Е. В. Кинематический анализ механизмов и машин : учебное пособие / Е. В. Куликова, В. И. Кадошников, М. В. Андросенко ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2539.pdf&show=dcatalogues/1/1130341/2539.pdf&view=true> (дата обращения: 31.08.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный.
6. Линьков, С. А. Моделирование мехатронных систем : учебное пособие / С. А. Линьков, А. А. Радионов. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1073.pdf&show=dcatalogues/1/1119523/1073.pdf&view=true> (дата обращения: 31.08.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный.
7. Лукинов, А.П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств : учебное пособие / А.П. Лукинов. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-1166-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2765> (дата обращения: 31.08.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей

устройств : учебное пособие / А.П. Лукинов. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-1166-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2765> (дата обращения: 31.08.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Макаров А.Н., Кутлубаев И.М. Механика манипуляционных систем – Магнитогорск: МГТУ им. Г.И.Носова, 1999.–178с.

10. Макаров А.Н., Кутлубаев И.М., Усов И.Г. Основы механики многодвигательных машин: Учебное пособие. Магнитогорск: Изд. МГТА, 1997. – 191 с.

11. Мелентьев Ю.И., Телегин А.И. Динамика манипуляционных систем роботов: Учебн. пособие. - Иркутск: Из-во Иркут. ун-та, 1985. - 352с.

12. Механика машин: Учебное пособие для вузов/ И.И. Вульфсон, М.Л. Ерихов, М.З. Коловский и др.; под ред. Г.И. Смирнова. – М.: Высш. шк., 1996. – 511 с.: ил.

13. Молотников, В.Я. Техническая механика : учебное пособие / В.Я. Молотников. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 476 с. — ISBN 978-5-8114-2403-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/91295> (дата обращения: 31.08.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

14. Основы динамики промышленных роботов/ Коловский М.З., Слоущ А.В.-М.: Наука, 1988.- 240 с.

15. Петров Б.А, Манимуляторы. - Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1984. - 238 с.

16. Промышленные роботы в машиностроении. Альбом схем и чертежей: Учебн. пособие для технических вузов/ Ю.М. Соломенцев, К.П. Жуков, Ю.А. Павлов и др. Под ред. Ю.М. Соломенцева. - М.: Машиностроение, 1987.-140 с.

17. Расчет и проектирование электрогидравлических систем и оборудования транспортно-технологических машин : учебник / В.В. Лозовецкий, Е.Г. Комаров, Г.И. Кольниченко, В.П. Мурашев ; под редакцией В.В. Лозовецкого. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 420 с. — ISBN 978-5-8114-2101-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/92616> (дата обращения: 31.08.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

18. Робототехника и гибкие автоматизированные производства, в 9-ти кн. Кн. Моделирование робототехнических систем и гибких автоматизированных производств: учебн. пособие для вузов /Под ред. И.М. Макарова. - М.: Высшая школа, 1986.- 175 с.

19. Синтез систем передач движений в исполнительных механизмах манипуляторов и специальных кранов. Учебное пособие / А.Н. Макаров. - Магнитогорск: МГМА, 1994. - 112с.

20. Шинкин, В.Н. Теоретическая механика. Динамика и аналитическая механика. Курс лекций : учебное пособие / В.Н. Шинкин. — Москва : МИСИС, 2011. — 206 с. — ISBN 978-5-87623-391-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/47478> (дата обращения: 31.08.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

1. А.Н.Макаров, А.В. Козырь. Исследование структур основных кинематических цепей МС ПР и их геометрических характеристик: Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Манипуляционные системы роботов» для студентов специальности 190205 всех форм обучения. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2008 12 с.

2. А.Н.Макаров, А.А.Кудряшов. Исследование структур основных

кинематических цепей и приводов МС и их характеристик: Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Механика манипуляционных систем» для студентов специальностей 190200,. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2007. 5с.

3. А.В.Козырь. Основы механики манипуляционных систем: Методические указания по курсовому проектированию по дисциплинам «Механика манипуляционных систем», «Основы механики многодвигательных машин» для студентов специальности 190205 всех форм обучения. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2007. 48 с.

4. Исследование динамических характеристик машин: Методические указания к лабораторным работам по курсам “Механика манипуляционных систем” и “Основы механики многодвигательных машин” для студентов специальности 17.09 Магнитогорск: МГТУ, 1998, - 34с.

5. Расчет и конструирование манипуляционных систем роботов: Метод. указания для курсового проектирования студентов специальности 17.09, Магнитогорск: МГМА, 1994. - 40 с.

6. Подготовка к сдаче государственного экзамена по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства. Часть 1 : учебное пособие [для вузов] / И. Г. Усов, Е. Ю. Мацко, В. С. Ве-ликанов, О. Р. Панфилова ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2020. - 1 CD-ROM. - ISBN 978-5-9967-1916-7. - Загл. с титул. экрана. - URL : <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=4229.pdf&show=dcatalogues/1/1537352/4229.pdf&view=true> (дата обращения: 09.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения дос-тупны также на CD-ROM.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
Autodesk Inventor Professional 2019 Product Design	учебная версия	бессрочно
АСКОН Компас 3D в.16	Д-261-17 от 16.03.2017	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/

Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

В соответствии с учебным планом по дисциплине предусмотрены следующие виды занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа, консультации, зачет.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа:

- мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебные аудитории для проведения занятий для проведения практических занятий:

- мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации;

- доска, мультимедийный проектор, экран.

Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

- мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации;

- доска, мультимедийный проектор, экран.

Учебные аудитории для проведения лабораторных работ:

- лаборатория «Роботов» оборудование и установки:

- Робот РОГ-3;
- Робот "Циклон-5"+пульт управления;
- Робот "Циклон-5"+пульт управления;
- Шиберное устройство;
- Пресс ;
- Робот Контур №1;
- Робот "Универсал-5" ;
- Робот МП-9С ;
- Робот МП-11.

- лаборатория «Лаборатория грузоподъемных машин» оборудование и установки:

- машина разрывная;
- Л.Р. по определению напряжений в грузоподъемном крюке;
- подъемная лебедка;
- тельфер электрический;
- пневматическое хватное устройство;
- пневматический манипулятор;
- тренажер башенного крана;
- демонстрационные элементы ГПМ.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся:

- персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в интернет и с доступом в электронную образовательную среду университета.

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:

- стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа по освоению дисциплины необходима для углубленного изучения материала курса. Самостоятельная работа студентов регламентируется графиками учебного процесса и самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентов состоит из следующих взаимосвязанных частей:

1) Изучение теоретического материала в форме:

- Самостоятельное изучение учебной и научно литературы по теме.
- Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).

Остаточные знания определяются результатами сдачи экзамена.

2) Подготовка к лабораторным занятиям и защите лабораторных работ.

3) Подготовка к практическим занятиям и выполнение практических работ.

Самостоятельная работа выполняется студентами на основе учебно-методических материалов дисциплины.

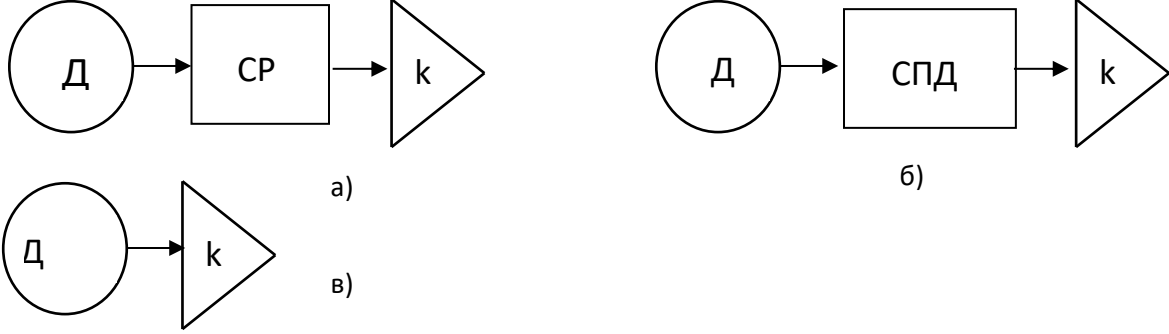
7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине (модулю) за период обучения и проводится в форме зачета и экзамена.

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Код и содержание компетенции: ОПК-4: способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - понятие многодвигательных машин, как важнейшего направления научно-технического прогресса; - состав, характеристики и область применения многодвигательных машин (ММ); - структуру и собственные свойства ММ; - методы решения прикладных задач анализа и синтеза, кинематики, кинетостатики и динамики ММ 	<p>Вопросы для промежуточной проверки знаний студентов по дисциплине:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определение, назначение и общая характеристика многодвигательной машины (ММ) 2. Структура ММ (основные исполнительные звенья, связи строения, связи функционирования) 3. Основные кинематические цепи (ОКЦ), Степени свободы ММ, обобщенные координаты, базовые системы координат. 4. Структуры ОКЦ: разомкнутые, замкнутые и квазизамкнутые ОКЦ, 5. Исполнительные механизмы ММ с приводами на звеньях, на основании и комбинированные схемы. Их основные преимущества и недостатки 6. Структуры связей функционирования (приводов) ММ . 7. Геометрические характеристики ММ: рабочие пространства, рабочая зона, зона обслуживания, маневренность. 8. Основные задачи кинематики ММ (прямая и обратная задачи кинематики ММ). Методы исследования кинематики ММ. 9. Функции положения ОКЦ ММ. 10. Определение скоростей и ускорений точек звеньев ММ. 11. Определение угловых скоростей и ускорений звеньев ММ. 12. Кинематические схемы СПД звеньям исполнительной кинематической цепи манипуляционной системы с приводами, установленными на основании. Кинематическая зависимость движений звеньев.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>13. Кинематическая матрица частных передаточных отношений кинематических цепей СПД.</p> <p>14. Условие кинематической независимости движения основных звеньев СМС</p> <p>15. Построение кинематически независимых СПД с общим дифференциальным приводом.</p> <p>16. Построение кинематически независимых СПД с помощью двухпоточных СПД.</p> <p>17. Постановление задач и общая методика силового расчета.</p> <p>18. Построение расчетных схем и составление уравнений кинестатики ММ.</p> <p>19. Определение реакций в кинематических парах ОКЦ и сил, действующих в элементах приводов и СПД.</p> <p>20. Определение расчетного нагружения ММ.</p> <p>21. Статические деформации системы, статические ошибки ММ.</p> <p>22. Определение положений равновесия МС.</p> <p>23. Задачи разгрузки ММ пассивные активные способы и механизмы статической разгрузки приводов манипуляторов.</p> <p>24. Уравнения динамики ММ в форме уравнений Лагранжа II-го рода.</p> <p>25. Первая (прямая) и вторая (обратная) задачи динамики ММ.</p> <p>26. Малые колебания ММ. Упругие и диссипативные характеристики механизмов. Динамические модели ОКЦ и приводов ММ</p> <p>27. Собственные частоты и собственные формы колебаний систем.</p> <p>28. Некоторые методы приближенного определения собственных форм и частот колебаний. Методы определения первой собственной частоты и собственной формы.</p> <p>29. Динамика приводов с учетом упругой податливости элементов манипулятора.</p> <p>30. Анализ частотных свойств ММ. Собственные и вынужденные колебания ММ.</p> <p>31. Алгоритмы и программы решения задач кинематического анализа ММ.</p> <p>32. Алгоритмы и программы решения задач силового анализа и динамика ММ.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<p>Уметь</p>	<ul style="list-style-type: none"> - составлять расчетные схемы; - проводит силовой анализ; - решать дифференциальные уравнения движения ММ 	<p><i>Пример задания для промежуточного тестирования</i></p>  <p>На какой из представленных структурных схем представлена схема механизма изменения вылета стрелы гидравлического экскаватора (Эталонный ответ: б)</p>
<p>Владеть</p>	<p>практическими навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в проведении исследований собственных свойств ММ; - в отработке различных конструктивных решений ММ, в том числе с помощью ЭВМ 	<p><i>Пример практического задания</i></p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p data-bbox="900 354 1904 386">Построить функцию положения ОКЦ машины, представленной на схеме</p> <div data-bbox="1008 438 1792 1069"> </div> <p data-bbox="1025 1082 1108 1109">Ответ:</p> $ \begin{pmatrix} x_o^M \\ y_o^M \\ z_o^M \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos q_1 & -\sin q_1 & 0 & -q_2 \sin q_1 \\ \sin q_1 & \cos q_1 & 0 & q_2 \cos q_1 \\ 0 & 0 & 1 & h_1 - q_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -h \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -q_2 \sin q_1 \\ +q_2 \cos q_1 \\ h_1 - q_3 - h \\ 1 \end{pmatrix} $

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Код и содержание компетенции: ОПК-7: способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - понятие многодвигательных машин, как важнейшего направления научно-технического прогресса; - состав, характеристики и область применения многодвигательных машин (ММ); - структуру и собственные свойства ММ; - методы решения прикладных задач анализа и синтеза, кинематики, кинестатики и динамики ММ 	<p>Вопросы для промежуточной проверки знаний студентов по дисциплине:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определение, назначение и общая характеристика многодвигательной машины (ММ) 2. Структура ММ (основные исполнительные звенья, связи строения, связи функционирования) 3. Основные кинематические цепи (ОКЦ), Степени свободы ММ, обобщенные координаты, базовые системы координат. 4. Структуры ОКЦ: разомкнутые, замкнутые и квазизамкнутые ОКЦ, 5. Исполнительные механизмы ММ с приводами на звеньях, на основании и комбинированные схемы. Их основные преимущества и недостатки 6. Структуры связей функционирования (приводов) ММ . 7. Геометрические характеристики ММ: рабочие пространства, рабочая зона, зона обслуживания, маневренность. 8. Основные задачи кинематики ММ (прямая и обратная задачи кинематики ММ). Методы исследования кинематики ММ. 9. Функции положения ОКЦ ММ. 10. Определение скоростей и ускорений точек звеньев ММ. 11. Определение угловых скоростей и ускорений звеньев ММ. 12. Кинематические схемы СПД звеньям исполнительной кинематической цепи манипуляционной системы с приводами, установленными на основании. Кинематическая зависимость движений звеньев. 13. Кинематическая матрица частных передаточных отношений кинематических цепей СПД. 14. Условие кинематической независимости движения основных звеньев СМС 15. Построение кинематически независимых СПД с общим дифференциальным приводом.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>16. Построение кинематически независимых СПД с помощью двухпоточных СПД.</p> <p>17. Постановление задач и общая методика силового расчета.</p> <p>18. Построение расчетных схем и составление уравнений кинестатики ММ.</p> <p>19. Определение реакций в кинематических парах ОКЦ и сил, действующих в элементах приводов и СПД.</p> <p>20. Определение расчетного нагружения ММ.</p> <p>21. Статические деформации системы, статические ошибки ММ.</p> <p>22. Определение положений равновесия МС.</p> <p>23. Задачи разгрузки ММ пассивные активные способы и механизмы статической разгрузки приводов манипуляторов.</p> <p>24. Уравнения динамики ММ в форме уравнений Лагранжа II-го рода.</p> <p>25. Первая (прямая) и вторая (обратная) задачи динамики ММ.</p> <p>26. Малые колебания ММ. Упругие и диссипативные характеристики механизмов. Динамические модели ОКЦ и приводов ММ</p> <p>27. Собственные частоты и собственные формы колебаний систем.</p> <p>28. Некоторые методы приближенного определения собственных форм и частот колебаний. Методы определения первой собственной частоты и собственной формы.</p> <p>29. Динамика приводов с учетом упругой податливости элементов манипулятора.</p> <p>30. Анализ частотных свойств ММ. Собственные и вынужденные колебания ММ.</p> <p>31. Алгоритмы и программы решения задач кинематического анализа ММ.</p> <p>32. Алгоритмы и программы решения задач силового анализа и динамика ММ.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p data-bbox="900 354 1904 386">Построить функцию положения ОКЦ машины, представленной на схеме</p> <div data-bbox="1008 438 1792 1069" style="text-align: center;"> </div> <p data-bbox="1025 1082 1108 1109">Ответ:</p> $ \begin{pmatrix} x_o^M \\ y_o^M \\ z_o^M \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos q_1 & -\sin q_1 & 0 & -q_2 \sin q_1 \\ \sin q_1 & \cos q_1 & 0 & q_2 \cos q_1 \\ 0 & 0 & 1 & h_1 - q_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -h \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -q_2 \sin q_1 \\ +q_2 \cos q_1 \\ h_1 - q_3 - h \\ 1 \end{pmatrix} $

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Код и содержание компетенции: ПК-1: способностью в составе коллектива исполнителей участвовать в выполнении теоретических и экспериментальных научных исследований по поиску и проверке новых идей совершенствования наземных транспортно-технологических машин, их технологического оборудования и создания комплексов на их базе		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - понятие многодвигательных машин, как важнейшего направления научно-технического прогресса; - состав, характеристики и область применения многодвигательных машин (ММ); - структуру и собственные свойства ММ; - методы решения прикладных задач анализа и синтеза, кинематики, кинестатики и динамики ММ 	<p>Вопросы для промежуточной проверки знаний студентов по дисциплине:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определение, назначение и общая характеристика многодвигательной машины (ММ) 2. Структура ММ (основные исполнительные звенья, связи строения, связи функционирования) 3. Основные кинематические цепи (ОКЦ), Степени свободы ММ, обобщенные координаты, базовые системы координат. 4. Структуры ОКЦ: разомкнутые, замкнутые и квазизамкнутые ОКЦ, 5. Исполнительные механизмы ММ с приводами на звеньях, на основании и комбинированные схемы. Их основные преимущества и недостатки 6. Структуры связей функционирования (приводов) ММ . 7. Геометрические характеристики ММ: рабочие пространства, рабочая зона, зона обслуживания, маневренность. 8. Основные задачи кинематики ММ (прямая и обратная задачи кинематики ММ). Методы исследования кинематики ММ. 9. Функции положения ОКЦ ММ. 10. Определение скоростей и ускорений точек звеньев ММ. 11. Определение угловых скоростей и ускорений звеньев ММ. 12. Кинематические схемы СПД звеньям исполнительной кинематической цепи манипуляционной системы с приводами, установленными на основании. Кинематическая зависимость движений звеньев. 13. Кинематическая матрица частных передаточных отношений кинематических цепей СПД. 14. Условие кинематической независимости движения основных звеньев СМС 15. Построение кинематически независимых СПД с общим дифференциальным приводом.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>16. Построение кинематически независимых СПД с помощью двухпоточных СПД.</p> <p>17. Постановление задач и общая методика силового расчета.</p> <p>18. Построение расчетных схем и составление уравнений кинестатики ММ.</p> <p>19. Определение реакций в кинематических парах ОКЦ и сил, действующих в элементах приводов и СПД.</p> <p>20. Определение расчетного нагружения ММ.</p> <p>21. Статические деформации системы, статические ошибки ММ.</p> <p>22. Определение положений равновесия МС.</p> <p>23. Задачи разгрузки ММ пассивные активные способы и механизмы статической разгрузки приводов манипуляторов.</p> <p>24. Уравнения динамики ММ в форме уравнений Лагранжа II-го рода.</p> <p>25. Первая (прямая) и вторая (обратная) задачи динамики ММ.</p> <p>26. Малые колебания ММ. Упругие и диссипативные характеристики механизмов. Динамические модели ОКЦ и приводов ММ</p> <p>27. Собственные частоты и собственные формы колебаний систем.</p> <p>28. Некоторые методы приближенного определения собственных форм и частот колебаний. Методы определения первой собственной частоты и собственной формы.</p> <p>29. Динамика приводов с учетом упругой податливости элементов манипулятора.</p> <p>30. Анализ частотных свойств ММ. Собственные и вынужденные колебания ММ.</p> <p>31. Алгоритмы и программы решения задач кинематического анализа ММ.</p> <p>32. Алгоритмы и программы решения задач силового анализа и динамика ММ.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p data-bbox="900 354 1904 386">Построить функцию положения ОКЦ машины, представленной на схеме</p> <div data-bbox="1008 438 1792 1069" style="text-align: center;"> </div> <p data-bbox="1025 1082 1108 1109">Ответ:</p> $ \begin{pmatrix} x_o^M \\ y_o^M \\ z_o^M \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos q_1 & -\sin q_1 & 0 & -q_2 \sin q_1 \\ \sin q_1 & \cos q_1 & 0 & q_2 \cos q_1 \\ 0 & 0 & 1 & h_1 - q_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -h \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -q_2 \sin q_1 \\ +q_2 \cos q_1 \\ h_1 - q_3 - h \\ 1 \end{pmatrix} $

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Для проведения контроля знаний, умений и навыков студентов по дисциплине разработаны:

- вопросы для самоконтроля при подготовке к зачету и экзамену;
- экзаменационные билеты;
- электронные бланки тестовых заданий для проведения входного и текущего контроля, а также итоговой промежуточной аттестации по дисциплине.

Для формирования комплексов тестовых заданий при проведении всех видов контроля и аттестации использована модульная объектно-ориентированная динамическая учебная среда MOODLE. Количество тестовых заданий, выдаваемых каждому студенту в рамках промежуточного контроля, выдается в зависимости от объема дисциплины и количества проводимых лабораторных занятий.

Банк тестовых заданий доступен для студентов ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им.Г.И.Носова» на сервере «Образовательный портал» [<http://newlms.magtu.ru/>].

Руководство пользователя учебной среды MOODLE доступно по электронному адресу <http://newlms.magtu.ru/course/view.php?id=76274>.

Входной контроль предшествует началу изучения теоретического материала, при этом вопросы входного контроля направлены на определение уровня знаний и компетенций, полученных студентами на предыдущих дисциплинах обучения (перечень дисциплин представлен в разделе 2.

Пример задания для входного тестирования

1. **Жесткость** – это ...

- a) способность детали сопротивляться изменению формы и размеров под нагрузкой;
- b) способность детали сопротивляться уменьшению размеров и массы с увеличением срока эксплуатации;
- c) способность конструкции работать в пределах заданных температур в течение заданного срока службы;
- d) способность детали сопротивляться разрушению под действием приложенных к ней нагрузок;
- e) способность конструкции работать в диапазоне режимов, далеких от области резонанса.

(Эталонный ответ: a)

На базе банка тестовых заданий организуется текущий контроль знаний.

Текущий контроль степени усвоения теоретического материала, а также получения практических умений и демонстрации их владением по результатам выполнения лабораторных работ по дисциплине осуществляется после изложения теоретического материала каждой темы (см. раздел 3).

В рамках часов самостоятельной работы на основе согласованного с преподавателем расписания в определенном компьютерном классе (или классах) индивидуально или для группы в целом организуется работа с банком тестовых заданий с помощью модульная объектно-ориентированная динамическая учебная среда MOODLE.

Практические занятия проводятся с целью закрепления знаний, полученных при изучении лекционного курса, и приобретения студентами умений и навыков решать вопросы, возникающие при расчете и конструировании машин.

Задания и методические материалы по выполнению практических заданий представлены в разработанных на кафедре электронных образовательных ресурсов (см. раздел 8). Выбор конкретного задания каждому студенту осуществляется в соответствии с приведенной в ЭОР методикой на основании индивидуального шифра студента.

Заключительной аттестацией по данной дисциплине является экзамен. Экзаменационные билеты формируются на базе тестовых заданий по итоговой промежуточной аттестации.

Порядок проведения экзамена, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена и в форме выполнения и защиты курсовой работы.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

- на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
- на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
- на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
- на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.