



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
И.А. Пыталев

14.02.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОСНОВЫ МЕХАНИКИ МНОГОДВИГАТЕЛЬНЫХ МАШИН

Направление подготовки (специальность)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

Направленность (профиль/специализация) программы

23.05.01 Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование

Уровень высшего образования - специалитет

Форма обучения

очная

Институт/ факультет	Институт горного дела и транспорта
Кафедра	Горных машин и транспортно-технологических комплексов
Курс	4
Семестр	7

Магнитогорск
2022 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - специалитет по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства (приказ Минобрнауки России от 11.08.2020 г. № 935)

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

11.02.2022, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.М. Мажитов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ

14.02.2022 г. протокол № 3

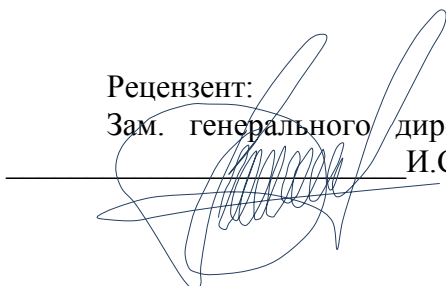
Председатель  И.А. Пыталев

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 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

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-технологических

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-технологических

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.М. Мажитов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.М. Мажитов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

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 профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства специализация Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Основы механики многодвигательных машин входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Конструкции подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования

Теоретическая механика

Сопротивление материалов

Математика

Основы робототехники

Детали машин и основы конструирования

Теория механизмов и машин

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

Расчет и конструирование специальных подъемно-транспортных машин и манипуляторов

Эксплуатация подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования

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:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-2	Способен к разработке, проектированию и улучшению работоспособности ПТ СДМ и оборудования
ПК-2.1	Выполняет расчеты ПТ СДМ и оборудования
ПК-2.2	Разрабатывает конструкции машин и их компонентов с учетом современных технологий изготовления и сборки
ПК-2.3	Разрабатывает техническое задание, эскизный проект и технический проект на машины и их компоненты

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 55,9 акад. часов;
- аудиторная – 54 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,9 акад. часов;
- самостоятельная работа – 52,1 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

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.	7	2			4	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	

<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 системы координат. Геометрические характеристики ММ.</p>		8		6/2,2И	13	<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>	
---	--	---	--	--------	----	--	---	--

<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 звеньям: Кинематические схемы, системы передач движения звеньям исполнительной 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 положениям в зоне обслуживания и траектории рабочего органа.</p>	8		6/3И	9	<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>	
---	---	--	------	---	--	---	--

<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 применимости</p>		8		4/2И	8	<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>	
--	--	---	--	------	---	--	---	--

<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 взаимовлияние 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 вынужденные колебания</p>	8		2	8	<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>	
---	---	--	---	---	--	---	--

1.6 6.Тема: Заключение. Обзор современных научно-технических достижений механики машин. Задачи и перспективы развития.		2		1,4	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	
1.7 Экзамен					Подготовка к экзамену	Экзамен	
Итого по разделу	36		18/7,2И	52,1			
Итого за семестр	36		18/7,2И	43,4		зачёт	
Итого по дисциплине	36		18/7,2 И	52,1		зачет	

5 Образовательные технологии

1. В учебном процессе предусмотрены занятия в форме разбора конкретных ситуаций, связанных с монтажом машин и механизмов.
2. При проведении практических работ рассматриваются тесты по темам в интерактивной форме.
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

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.

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 ПО	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 ПО	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;

Шибберное 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 захватное 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.

Приложение 1 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 практическим занятиям и выполнение практических работ.

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

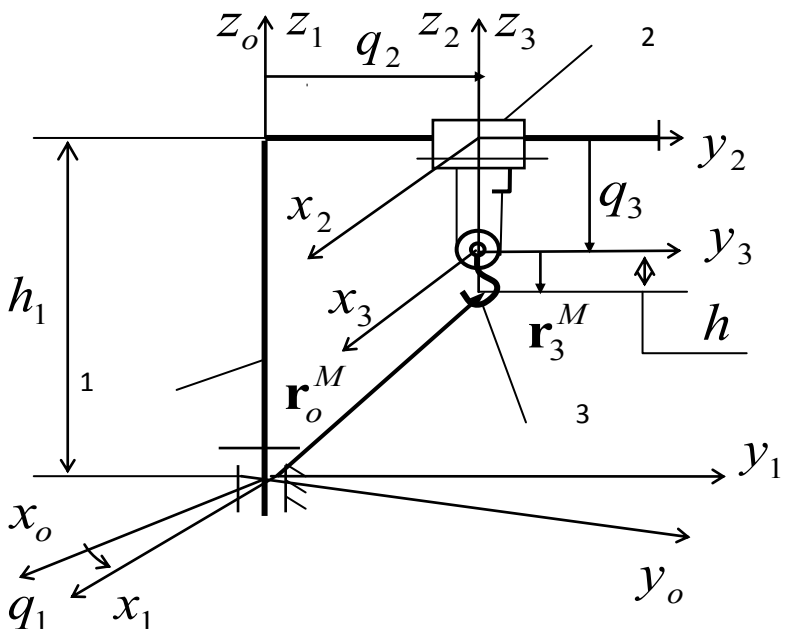
Приложение 2

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
Основы механики многодвигательных машин		
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ		
ПК-2 – Способен к разработке, проектированию и улучшению работоспособности ПТ СДМ и оборудования		
ПК-2.1	Выполняет расчеты ПТ СДМ и оборудования	Вопросы для промежуточной проверки знаний студентов по дисциплине: <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.
ПК-2.2	Разрабатывает конструкции машин и их компонентов с учетом современных технологий изготовления и сборки	
ПК-2.3	Разрабатывает техническое задание, эскизный проект и технический проект на машины и их компоненты	

<i>Код индикатора</i>	<i>Индикатор достижения компетенции</i>	<i>Оценочные средства</i>
		<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 кинетостатики 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>Алгоритмы и программы решения задач силового анализа и динамика ММ.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p data-bbox="898 320 1630 352"><i>Пример задания для промежуточного тестирования</i></p> <div data-bbox="913 376 2078 708"> <p data-bbox="1234 555 1263 576">а)</p> <p data-bbox="1805 544 1834 564">б)</p> <p data-bbox="1234 651 1263 671">в)</p> </div> <p data-bbox="898 746 2132 815">На какой из представленных структурных схем представлена схема механизма изменения вылета стрелы гидравлического экскаватора (Эталонный ответ: б)</p> <p data-bbox="898 858 1335 890"><i>Пример практического задания</i></p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p data-bbox="904 320 1899 352">Построить функцию положения ОКЦ машины, представленной на схеме</p>  <p data-bbox="1025 1050 1106 1074">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} $

