ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА
приказом и.о. ректора
от «17» июня 2022 г. № 77

Б1.В.ДВ.06.02 Динамика транспортных систем

рабочая программа дисциплины

Специальность/направление подготовки – 15.04.06 Мехатроника и робототехника
Специализация/профиль – Мехатроника и робототехника на транспорте
Квалификация выпускника – Магистр
Форма и срок обучения – очная форма 2 года
Кафедра-разработчик программы – Автоматизация производственных процессов

Общая трудоемкость в з.е. – 4
Часов по учебному плану (УП) – 144
В том числе в форме практической подготовки (ПП) – 15
(очная)

Формы промежуточной аттестации
очная форма обучения:
экзамен 3 семестр

Очная форма обучения **Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	3	**Итого**
Вид занятий	Часов по УП	**Часов по УП**
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*	51/15	**51/15**
– лекции	17	**17**
– практические (семинарские)	17	**17**
– лабораторные	17/15	**17/15**
Самостоятельная работа	57	**57**
Экзамен	36	**36**
Итого	144/15	**144/15**

* В форме ПП – в форме практической подготовки.

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу
Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.
00920FD815CE68F8C4CA795540563D259C с 07.02.2024 05:46 по 02.05.2025 05:46 GMT+03:00
Подпись соответствует файлу документа

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника, утвержденным Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 14.08.2020 № 1023.

Программу составил(и):
д.т.н., профессор, профессор кафедры АПП, В.Н. Сизых

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Автоматизация производственных процессов», протокол от «17» июня 2022 г. № 16

Зав. кафедрой, к. т. н., доцент А.А. Александров

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧА ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цель дисциплины	
1	обучение и подготовка для производственно-технологической, проектно-конструкторской и научно - исследовательской деятельности в области динамического анализа машин, разработки их динамических моделей, включая приводы, анализ нагруженности элементов машины в переходных режимах работы, определения технологических и конструкторских методов снижения динамической нагруженности машин
1.2 Задача дисциплины	
1	получение комплекса знаний по дисциплине и направленность на поиск новых конструктивных решений систем виброзащиты в транспортных системах

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
Блок/часть ОПОП	Блок 1. Дисциплины / Часть, формируемая участниками образовательных отношений
2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины	
1	Б1.О.08 Информационно-измерительные системы
2	Б1.О.09 Навигационные системы
3	Б1.О.12 Моделирование многозвенных систем и управление
4	Б1.О.13 Мехатронные и робототехнические системы на транспорте
5	Б1.О.15 Отраслевые стандарты и документация
6	Б1.В.ДВ.03.01 Микропроцессорное управление силовой электроникой
7	Б1.В.ДВ.04.01 Интерфейсы мехатронных систем
8	Б2.О.01(У) Учебная - ознакомительная практика
9	ФТД.01 Системы автоматизированного проектирования и производства
10	ФТД.02 Защита интеллектуальной собственности
2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	Б2.О.02(Н) Производственная - научно-исследовательская работа
2	Б2.О.03(П) Производственная - проектная практика
3	Б2.О.04(Пд) Производственная - преддипломная практика
4	Б3.01(Д) Выполнение, подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
5	Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы

3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ		
Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**	**Планируемые результаты обучения**
ПК-1 Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области мехатроники и робототехники	ПК-1.2 Определяет сферы применения и управляет результатами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области мехатроники и робототехники	Знать: математическое описание динамической модели, аналитические и численные методы ее решения
		Уметь: разрабатывать динамические модели машин в соответствии с ее конструкцией, кинематической схемой, типом и характеристиками привода
		Владеть: методиками моделирования автономными роботами с различными приводами и нагрузкой в различных средах программирования
ПК-2 Способен разрабатывать проекты мехатронных и робототехнических систем, автоматизированных систем управления технологическими, производственными процессами, а также осуществлять техническое руководство процессами их разработки и реализации	ПК-2.1 Разрабатывает проекты мехатронных и робототехнических систем, автоматизированных систем управления технологическими и производственными процессами и осуществляет техническое руководство процессами их разработки	Знать: понятие динамической модели машины и ее параметры; основные закономерности движения динамических систем при различных видах внешнего возмущения
		Уметь: рассчитывать динамические нагрузки в машинах с учетом ее конструкции и применения по назначению на стадиях проектирования и эксплуатации
		Владеть: методиками расчета динамических нагрузок в приводах машин при проектировании и анализе нагруженности в процессе эксплуатации

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма					*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР	
1.0	**Раздел 1 Введение в динамику машин.**						
1.1	Тема 1. Машины и их структура. Внешние и внутренние нагрузки. Разложение в ряд Фурье периодических функций внешних возмущений. Свободное падение твердого тела (Л, ПЗ, ЛР)	3	2	2	2/2	8	ПК-1.2 ПК-2.1
1.2	Тема 2. Динамические модели машин их приводов. Разработка динамических моделей механизмов вращательного движения. Движение снаряда. (Л, ПЗ, ЛР)	3	2	2	2/2	6	ПК-1.2 ПК-2.1
2.0	**Раздел 2 Динамика одномассовых механических систем.**						
2.1	Тема 3. Динамические процессы машины. Расчет динамических нагрузок в одномассовой системе привода. Компьютерное моделирование динамики одномассовой системы. (Л, ПЗ, ЛР)	3	2	2	3/2	8	ПК-1.2 ПК-2.1
2.2	Тема 4. Динамика машин с переменной массой. Расчет динамических нагрузок в приводе механизма подъема мостового крана. (Л, ПЗ)	3	1	1		4	ПК-1.2 ПК-2.1
3.0	**Раздел 3 Динамические процессы многомассовых механических систем.**						
3.1	Тема 5. Математические модели двух и трехмассовой механических систем. Расчет свободных частот и форм колебаний двухмассовой системы. Движение маятника с одной степенью свободы. (Л, ПЗ, ЛР)	3	2	2	3/3	8	ПК-1.2 ПК-2.1
3.2	Тема 6. Динамические процессы при отсутствии и наличии диссипативных свойств системы. Аналитический расчет свободных частот и форм колебаний стержня и пластины. Движение твердого тела по наклонной плоскости. (Л, ПЗ, ЛР)	3	2	2	2/2	6	ПК-1.2 ПК-2.1
4.0	**Раздел 4 Ограничение динамических нагрузок.**						
4.1	Тема 7. Методы и способы ограничения возмущающих воздействий. Динамические поглотители колебаний. Моделирование работы нелинейного демпфера. Расчет системы автоматического демпфирования колебаний. (Л, ПЗ, ЛР)	3	2	2	2/2	6	ПК-1.2 ПК-2.1
5.0	**Раздел 5 Динамика машин с учетом распределенной массы упругих колебаний.**						
5.1	Тема 8. Решение задач динамика в общем виде. Вывод уравнений движения машины с распределенной массой упругих элементов. Расчет и моделирование динамики двухзвенного манипулятора. (Л, ПЗ, ЛР)	3	2	2	3/2	7	ПК-1.2 ПК-2.1
5.2	Тема 9. Определение собственных фукций в задачах динамики машин. Вывод уравнений движения машины с распределенной массой упругих элементов (Л, ПЗ)	3	2	2		4	ПК-1.2 ПК-2.1
	Форма промежуточной аттестации – экзамен	3	36				ПК-1.2 ПК-2.1
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		17	17	17/15	57	

5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература **6.1.1 Основная литература**		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.1.1	Яблонский, А. А. Курс теории колебаний : учеб. пособие - 4-е изд., стер. / А. А. Яблонский, С. С. Норейко. СПб. : Лань, 2003. - 248с.	12
6.1.1.2	Бать, М. И. Теоретическая механика в примерах и задачах. Том 1. Статика и кинематика : учебное пособие для вузов / М. И. Бать, Г. Ю. Джанелидзе, А. С. Кельзон. — 14-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 672 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/322469 (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.2 Дополнительная литература		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.2.1	Елисеев, С. В. Прикладной системный анализ и структурное математическое моделирование (динамика транспортных и технологических машин: связность движений, вибрационные взаимодействия, рычажные связи) : монография / С. В. Елисеев ; отв. ред. А. И. Артюнин. Иркутск : ИрГУПС, 2018. - 692с.	0
6.1.2.2	Куликов, И. С. Динамика механических систем : учебное пособие / И. С. Куликов, Г. А. Маковкин ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. — Нижний Новгород : Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ), 2013. — 147 с. — URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427479 (дата обращения: 18.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.3.1	Сизых, В.Н. Методические указания по изучению дисциплины Б1.В.ДВ.06.02 Динамика транспортных систем по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника, профиль Мехатроника и робототехника на транспорте / В.Н. Сизых; ИрГУПС. – Иркутск: ИрГУПС, 2022. – 15 с. - Текст: электронный. - URL: https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_6002_1508_2022_1_signed.pdf	Онлайн
6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»		
6.2.1	Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» — https://cyberleninka.ru/	
6.2.2	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU — https://elibrary.ru/	
6.2.3	Национальная электронная библиотека «НЭБ» — https://rusneb.ru/	
6.2.4	Электронная библиотека Учебно-методического центра по образованию на железнодорожном транспорте «ЭБ УМЦ ЖДТ» — https://umczdt.ru/books/	
6.2.5	Электронно-библиотечная система «BOOK.ru», https://www.book.ru/	
6.2.6	Электронно-библиотечная система «Издательство Лань», https://e.lanbook.com/	
6.2.7	Электронно-библиотечная система «Образовательная платформа ЮРАЙТ», https://urait.ru/	
6.2.8	Электронно-библиотечная система «Образовательная платформа ЮРАЙТ», https://urait.ru/	
6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы **6.3.1 Базовое программное обеспечение**		
6.3.1.1	Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.2	Microsoft Office Russian 2010, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.3	FoxitReader, свободно распространяемое программное обеспечение http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/	
6.3.1.4	Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/	
6.3.1.5	Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License	
6.3.2 Специализированное программное обеспечение		
6.3.2.1	MathCAD_student 15.0 Academic_License, Customer Number 434692, контракт от 03.12.2012 № 0334100010012000148-0000756-01	
6.3.2.2	MatLab Classroom, R2015a, R2015b, контракт от 09.07.2014 № 0334100010014000028-0000756-01.	

6.3.2.3	MatLab Classroom, R2010a, R2010b, лицензия от 16.03.2011 № 689810, ГК № 0334100010011000032-00000756-01
6.3.2.4	Simulink Classroom R2010a, R2010b, лицензия № 689810 сетевая, государственный контракт от 06.07.2011 №3341000010011000114-0000756-01
6.3.3 Информационные справочные системы	
6.3.3.1	Не предусмотрены
6.4 Правовые и нормативные документы	
6.4.1	Не предусмотрены

7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л ИрГУПС находится – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80
2	Учебная аудитория Д-408*(408-1) Компьютерный класс – «Моделирование технических систем управления» для проведения практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации Основное оборудование: Специализированная мебель, компьютеры с подключением к сети Интернет, обеспечивающие доступ в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Мультимедиапроектор, экран, ноутбук переносной. Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты)
3	Учебная аудитория Д-410 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации Основное оборудование: Специализированная мебель, персональные компьютеры. Мультимедиапроектор переносной, экран, ноутбук переносной. Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты)
4	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507; – помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521

8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	Лекция (от латинского «lection» – чтение) – вид аудиторных учебных занятий. Лекция: закладывает основы научных знаний в систематизированной, последовательной, обобщенной форме; раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники; концентрирует внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах; стимулирует познавательную активность обучающихся. Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. На полях конспекта следует помечать вопросы, выделенные обучающимся для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы лучше запоминались. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий лекции. К каждому занятию следует разобрать материал предыдущей лекции. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии
Практическое занятие	Практическое занятие – вид аудиторных учебных занятий, целенаправленная форма организации учебного процесса, при реализации которой обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют практические задания. Практические задания

	направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Практические занятия развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания обучающихся, выступают как средства оперативной обратной связи; цель практических занятий – углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции, в обобщенной форме и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности. На практических занятиях подробно рассматриваются основные вопросы дисциплины, разбираются основные типы задач. К каждому практическому занятию следует заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и выучить лекционный материал к следующей теме. Систематическое выполнение домашних заданий обязательно и является важным фактором, способствующим успешному усвоению дисциплины
Лабораторная работа	Основной целью лабораторных работ является теоретическое обоснование, наглядное и/или экспериментальное подтверждение и/или проверка существенных теоретических положений (законов, закономерностей) анализ существующих методик и методов их реализации и т.д. Они занимают преимущественное место при изучении дисциплин обязательной части и части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. Исходя из цели, содержанием лабораторных работ могут быть: - экспериментальная проверка формул, методик расчета; - проведение натурных измерений свойств, рабочих параметров, режимов работы при помощи лабораторного оборудования и/или стендов и макетов; - ознакомление, анализ и теоретические выкладки по устройству, принципу действия и способам обслуживания аппаратов, деталей машин, механизмов, процессов, протекающих в них при этом и т.д.; - наглядная графическая интерпретация чертежей, схем, объемных поверхностей и т.д., воспроизводимых с помощью специализированного программного обеспечения; - имитационное моделирование процессов, протекающих в сложных химических, физических, механических, электрических и пр. объектах; - наглядное представление о работе персонала конкретной организации или подразделения ОАО «РЖД» посредством моделирования штатных и внештатных ситуаций в виртуальных специализированных АРМ (автоматизированных рабочих мест); - установление и подтверждение закономерностей (путем сравнения проведенного эксперимента и рассчитанных значений) и т.д.; - ознакомление с методиками проведения экспериментов, наглядным устройством стенд-макетов и пр.; - установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик; - анализ различных характеристик процессов, в том числе производственных и иных процессов; - расчет параметров различных явлений и процессов, смоделировать которые не возможно в реальных условиях (например, чрезвычайные ситуации и пр.); - наблюдение развития явлений, процессов и др. Допускается иное содержание лабораторных работ, если это будет способствовать реализации целей и задач дисциплины и формированию соответствующих компетенций. По характеру выполняемых лабораторных работ возможны: - ознакомительные работы, используемые для закрепления изученного теоретического материалы; - аналитические работы, используемые для получения новой информации на основе формализованных методов; - творческие работы, ориентированные на самостоятельный выбор подходов решения задач. Прежде, чем приступить к лабораторным занятиям, обучающимся необходимо повторить теоретический материал по теме работы. Каждая лабораторная работа оснащена методическими указаниями, разработанными преподавателями, ведущими дисциплину
Самостоятельная работа	Обучение по дисциплине «Динамика транспортных систем» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам, а также указана необходимая учебная литература: обучающийся изучает учебный материал, разбирает примеры и решает разноуровневые задачи в рамках выполнения как общих домашних заданий, так и индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) и других видов работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины. При выполнении домашних заданий обучающемуся следует обратиться к задачам, решенным на предыдущих практических занятиях, решенным домашним работам, а также к примерам, приводимым лектором. Если этого будет недостаточно для выполнения всей работы можно дополнительно воспользоваться учебными пособиями, приведенными в

	разделе 6.1 «Учебная литература». Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удается, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора. Домашние задания, индивидуальные домашние задания и другие работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению текстовой и графической документации, сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль»
Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет	

Приложение № 1 к рабочей программе

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

1. Общие положения

Фонд оценочных средств (ФОС) является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися образовательной программы.

Фонд оценочных средств предназначен для использования обучающимися, преподавателями, администрацией ИрГУПС, а также сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

Задачами ФОС являются:

– оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины;

– обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс;

– самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания: валидность, надежность, объективность, эффективность.

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

– минимальный уровень освоения, обязательный для всех обучающихся по завершению освоения образовательной программы; дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;

– базовый уровень освоения, превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;

– высокий уровень освоения, максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

2. Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина.
Программа контрольно-оценочных мероприятий.
Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Дисциплина «Динамика транспортных систем» участвует в формировании компетенций:

ПК-1. Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области мехатроники и робототехники

ПК-2. Способен разрабатывать проекты мехатронных и робототехнических систем, автоматизированных систем управления технологическими, производственными процессами, а также осуществлять техническое руководство процессами их разработки и реализации

Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
3 семестр				
1.0	**Раздел 1 Введение в динамику машин**			
1.1	Текущий контроль	Тема 1. Машины и их структура. Внешние и внутренние нагрузки. Разложение в ряд Фурье периодических функций внешних возмущений. Свободное падение твердого тела (Л, ПЗ, ЛР)	ПК-1.2 ПК-2.1	Конспект (письменно) Собеседование (устно) В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно/устно)
1.2	Текущий контроль	Тема 2. Динамические модели машин их приводов. Разработка динамических моделей механизмов вращательного движения. Движение снаряда. (Л, ПЗ, ЛР)	ПК-1.2 ПК-2.1	Конспект (письменно) Собеседование (устно) В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно/устно)
2.0	**Раздел 2 Динамика одномассовых механических систем**			
2.1	Текущий контроль	Тема 3. Динамические процессы машины. Расчет динамических нагрузок в одномассовой системе привода. Компьютерное моделирование динамики одномассовой системы. (Л, ПЗ, ЛР)	ПК-1.2 ПК-2.1	Конспект (письменно) Собеседование (устно) В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно/устно)
2.2	Текущий контроль	Тема 4. Динамика машин с переменной массой. Расчет динамических нагрузок в приводе механизма подъема мостового крана. (Л, ПЗ)	ПК-1.2 ПК-2.1	Конспект (письменно) Собеседование (устно)
3.0	**Раздел 3 Динамические процессы многомассовых механических систем**			
3.1	Текущий контроль	Тема 5. Математические модели двух и трехмассовой механических систем. Расчет свободных частот и форм колебаний двухмассовой системы. Движение маятника с одной степенью свободы. (Л, ПЗ, ЛР)	ПК-1.2 ПК-2.1	Конспект (письменно) Собеседование (устно) В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно/устно)
3.2	Текущий контроль	Тема 6. Динамические процессы при отсутствии и наличии диссипативных свойств системы. Аналитический расчет свободных частот и форм колебаний стержня и пластины.	ПК-1.2 ПК-2.1	Конспект (письменно) Собеседование (устно) В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно/устно)

		Движение твердого тела по наклонной плоскости. (Л, ПЗ, ЛР)		
4.0	**Раздел 4 Ограничение динамических нагрузок**			
4.1	Текущий контроль	Тема 7. Методы и способы ограничения возмущающих воздействий. Динамические поглотители колебаний. Моделирование работы нелинейного демпфера. Расчет системы автоматического демпфирования колебаний. (Л, ПЗ, ЛР)	ПК-1.2 ПК-2.1	Конспект (письменно) Собеседование (устно) В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно/устно)
5.0	**Раздел 5 Динамика машин с учетом распределенной массы упругих колебаний**			
5.1	Текущий контроль	Тема 8. Решение задач динамика в общем виде. Вывод уравнений движения машины с распределенной массой упругих элементов. Расчет и моделирование динамики двухзвенного манипулятора. (Л, ПЗ, ЛР)	ПК-1.2 ПК-2.1	Конспект (письменно) Собеседование (устно) В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно/устно)
5.2	Текущий контроль	Тема 9. Определение собственных функций в задачах динамики машин. Вывод уравнений движения машины с распределенной массой упругих элементов (Л, ПЗ)	ПК-1.2 ПК-2.1	Конспект (письменно) Собеседование (устно)
	Промежуточная аттестация	Экзамен	ПК-1.2 ПК-2.1	Экзамен (собеседование) Экзамен - тестирование (компьютерные технологии)

*Форма проведения контрольно-оценочного мероприятия: устно, письменно, компьютерные технологии.
**ПП – практическая подготовка

Описание показателей и критериев оценивания компетенций. Описание шкал оценивания

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице.

Текущий контроль

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС

1	Собеседование	Средство контроля на практическом занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся	Вопросы для собеседования по темам/разделам дисциплины
2	Конспект	Особый вид текста, в основе которого лежит аналитико-синтетическая переработка информации первоисточника (исходного текста). Цель этой деятельности — выявление, систематизация и обобщение (с возможной критической оценкой) наиболее ценной (для конспектирующего) информации. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Темы конспектов
3	Лабораторная работа	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно/устно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Образец задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

Промежуточная аттестация

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Экзамен	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий (образец экзаменационного билета) к экзамену
2	Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена	Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине (модулю) с использованием информационно-коммуникационных технологий. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий

Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена. Шкала оценивания уровня освоения компетенций

Шкала оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции
«отлично»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий

«хорошо»	Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый
«удовлетворительно»	Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«неудовлетворительно»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенция не сформирована

Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена

Критерии оценивания	Шкала оценивания
Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий при прохождении тестирования	«отлично»
Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования	«хорошо»
Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых заданий при прохождении тестирования	«удовлетворительно»
Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования	«неудовлетворительно»

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Собеседование

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Глубокое и прочное усвоение программного материала. Полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания. Обучающийся свободно справляется с поставленными задачами, может обосновать принятые решения, демонстрирует владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ
«хорошо»		Знание программного материала, грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач
«удовлетворительно»		Обучающийся демонстрирует усвоение основного материала, при ответе допускаются неточности, при ответе недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала, затруднения в выполнении практических заданий Слабое знание программного материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Не было попытки выполнить задание

Конспект

Шкалы оценивания	Критерии оценивания

«отлично»	«зачтено»	Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок. Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему полностью и ответил на все вопросы преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«хорошо»		Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок. Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему не полностью и ответил на часть вопросов преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен аккуратно, с незначительными исправлениями
«удовлетворительно»		Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок. Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в не полном объеме с частичным соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему не полностью и ответил на часть вопросов преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен не аккуратно
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Конспект по теме не выполнен в обозначенный преподавателем срок. Конспект выполнен обучающимся не по заданной теме в не полном объеме без соблюдения необходимой последовательности. Обучающийся работал не самостоятельно; не раскрыл тему и не ответил на вопросы преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен не аккуратно

Лабораторная работа

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; показал необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа (отчет) оформлена аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«хорошо»		Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Допущены отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Работа показывает знание обучающимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допущены неточности и небрежность в оформлении результатов работы (отчета)
«удовлетворительно»		Лабораторная работа выполнена с задержкой, письменный отчет с недочетами. Лабораторная работа выполняется и оформляется обучающимся при посторонней помощи. На выполнение работы затрачивается много времени. Обучающийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен. Результаты, полученные обучающимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной

		целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

3.1 Типовые контрольные задания для проведения собеседования

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для проведения собеседований.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования
«Тема 1. Машины и их структура. Внешние и внутренние нагрузки. Разложение в ряд Фурье периодических функций внешних возмущений. Свободное падение твердого тела (Л, ПЗ, ЛР)»

1.1. Машина. Функциональная классификация машин.
1.2. Этапы создания машин.
1.3. Задача динамического анализа и синтеза механических систем
1.4. Механизм. Основные виды механизмов.
1.5. Связи в механической системе.
1.6. Модель движения первого приближения, кинематическая модель механической системы.
1.7. Методы кинематического анализа. Передаточная функция механизма. Ротативные механизмы и механизмы общего вида.
1.8. Динамическая модель идеальной машины с жесткими звеньями. Звено приведения.
1.9. Принцип приведения масс к звену приведения.
1.10. Принцип приведения сил к звену приведения.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования
«Тема 2. Динамические модели машин их приводов. Разработка динамических моделей механизмов вращательного движения. Движение снаряда. (Л, ПЗ, ЛР)»

2.1. Особенности приведения масс двухподвижных систем.
2.2. Математические модели движения. Машины. Функции состояния по Лагранжу и Гамильтону.
2.3. Общие алгоритмы извлечения информации из математических моделей движения машин.
2.4. Режимы движения машин и их характеристика.
2.5. Механические характеристики двигателей и рабочих машин.
2.6. Установившееся движение. Критерии устойчивости и исследования устойчивости движения.
2.7. Решение передачи динамического синтеза установившегося движения по заданной неравномерности движения звена приведения.
2.8. Переходные режимы движения и их характеристики. Исследование переходных режимов движения при различных комбинациях внешнего нагружения

3.2 Типовые контрольные задания для написания конспекта

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для написания конспектов.

Образец тем конспектов

1. Машины и их структура. Внешние и внутренние нагрузки в машинах, возмущения, упругие и диссипативные нагрузки, расчет характеристик.

2. Динамические модели машин, их приводов. Вязкоупругие свойства трансмиссии машины. Эквивалентные схемы приводов и машин.
3. Динамические процессы после остановки машины. Динамические процессы при постоянной возмущающей силе. Динамика машин с переменной массой.
4. Математические модели двух и трехмассовой механических систем.
5. Динамические процессы при отсутствии и наличии диссипативных свойств системы.
6. Методы и способы ограничения возмущающих воздействий. Динамические поглотители колебаний.
7. Решение задач динамика в общем виде. Определение собственных функций в задачах динамики машин.
8. Вывод уравнений движения машины с распределенной массой упругих элементов, на примере многоканатной подъемной установки в режиме скольжения канатов.
9. Математическая модель «Свободное падение твердого тела»;
10. Математическая модель «Движение снаряда»;
11. Математическая модель «Движение маятника с одной степенью свободы»;
12. Движение твердого тела по наклонной плоскости;
13. Моделирование работы линейного демпфера;
14. Моделирование работы нелинейного демпфера.

3.3 Вопросы и практические задания для защиты лабораторных/практических работ

Лабораторная работа 1 «Свободное падение твердого тела»

(реализуется в форме практической подготовки)

1. Какой силой определяется ускорение свободного падения твердого тела?
2. Почему с увеличением массы тела ускорение не изменяется?
3. Рассмотреть типовой пример и самостоятельно решить 2 задачи на свободное падение твердого тела.

Лабораторная работа 2 «Движение снаряда»

(реализуется в форме практической подготовки)

1. Каким физическим законам подчиняется баллистика движения снаряда?
2. Составить уравнения динамики снаряда и решить их аналитически и с использованием численных методов в среде Matlab.

Лабораторная работа 3 «Компьютерное моделирование динамики одномассовой системы»

(реализуется в форме практической подготовки)

1. Дать определение одномассовой и многомассовой систем как классов автоматических систем.
2. Перечислить одномассовые системы поступательного и вращательного движения.
3. Рассмотреть типовой пример динамики механического демпфера и самостоятельно исследовать в среде Matlab его временные характеристики.

Лабораторная работа 4 «Движение маятника с одной степенью свободы»

(реализуется в форме практической подготовки)

1. Назовите основное свойство свободного движения маятника.
2. Перечислите способы параметрической стабилизации движения маятника.
3. Рассмотреть типовой пример динамики механического демпфера и самостоятельно исследовать в среде Matlab его временные характеристики.

Лабораторная работа 5 «Движение твердого тела по наклонной плоскости»

(реализуется в форме практической подготовки)

1. Охарактеризуйте силы и моменты, действующие на твердое тело при его движении по наклонной плоскости.
2. Запишите уравнение динамики для этого случая.
3. В чем особенность уравнения динамики с энергетической точки зрения?
4. Рассмотреть типовой пример динамики движения твердого тела по наклонной плоскости и самостоятельно исследовать в среде Matlab его временные характеристики.

Лабораторная работа 6 «Моделирование работы нелинейного демпфера»

(реализуется в форме практической подготовки)

1. Какие существенные нелинейности используются при описании работы нелинейного демпфера?
2. Как эти нелинейности учитываются в математической модели демпфера?
3. Рассмотреть типовой пример динамики нелинейного демпфера и самостоятельно исследовать в среде Matlab его временные характеристики.

Лабораторная работа 7 «Расчет и моделирование динамики двухзвенного манипулятора»

(реализуется в форме практической подготовки)

1. Пояснить методику расчета двухзвенного манипулятора.
2. Пояснить, как учитывается действие управляющих сил и моментов относительно центра масс манипулятора и схвата.
3. Исследовать динамику манипулятора МП-9с в среде Matlab/Simulink.

Практическое занятие 1 «Разложение в ряд Фурье периодических функций внешних возмущений»

1. Под руководством преподавателя на типовых примерах выполнить разложение в ряд Фурье периодических функций внешних возмущений и определить коэффициенты разложения этого ряда.

Практическое занятие 2 «Разработка динамических моделей механизмов вращательного движения»

1. Пояснить состав механизмов вращательного движения.
2. Получить основное уравнение динамики из уравнения баланса мощностей.
3. Под руководством преподавателя вывести уравнение динамики управляемого снаряда.

Практическое занятие 3 «Расчет динамических нагрузок в одномассовой системе привода»

1. Что включает в себя одномассовая система привода.
2. Объяснить различие одномассовых систем привода вращательного и поступательного движений.
3. Изучить теоретический материал по способам определения динамических нагрузок в одномассовой системе привода и на типовом примере рассчитать динамические нагрузки.

Практическое занятие 4 «Расчет динамических нагрузок в приводе механизма подъема мостового крана»

1. Пояснить порядок расчета динамических нагрузок в приводах механизмов.
2. Какие существуют виды динамических нагрузок?
3. Изучить теоретический материал и исходные данные, и рассчитать динамические нагрузки в приводе механизма подъема мостового крана.

Практическое занятие 5 «Расчет свободных частот и форм колебаний двухмассовой системы»

1. Что представляет собой математическая модель двухмассовой механической системы?
2. Какие существуют формы колебаний?
3. Изучить теоретический материал по способам определения свободных частот и форм колебаний двухмассовой системы.
4. Решение задач с опросом.

Практическое занятие 6 «Аналитический расчет свободных частот и форм колебаний стержня и пластины»

1. Что представляют собой математические модели стержня и пластины?
2. Охарактеризовать математический аппарат обобщенных функций, используемый при расчетах.
3. Изучить теоретический материал по способам определения свободных частот и форм колебаний стержня и пластины.
4. Решение задач с опросом.

Практическое занятие 7 «Расчет системы автоматического демпфирования колебаний»

1. Сформулируйте постановку задачи автоматического демпфирования колебаний.
2. Какие методы оптимизации используются при решении этой задачи?

3. Рассчитать по вариантам схем оптимизации систему автоматического демпфирования колебаний.

Практическое занятие 8 «Вывод уравнений движения машины с распределенной массой упругих элементов, на примере многоканатной подъемной установки в режиме скольжения канатов»

1. Как осуществляется вывод уравнений движения машины с распределенной массой упругих элементов?
2. Для многоканатной подъемной установки в режиме скольжения канатов вывести уравнения движения машины с распределенной массой упругих элементов.

3.4 Типовые контрольные задания для проведения тестирования

Фонд тестовых заданий по дисциплине содержит тестовые задания, распределенные по разделам и темам, с указанием их количества и типа.

Структура фонда тестовых заданий по дисциплине

Индикатор достижения компетенции	Тема в соответствии с РПД	Характеристика ТЗ	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ПК-1.2 ПК-2.1	Тема 1. Машины и их структура. Внешние и внутренние нагрузки. Разложение в ряд Фурье периодических функций внешних возмущений. Свободное падение твердого тела (Л, ПЗ, ЛР)	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3 – ЗТЗ
ПК-1.2 ПК-2.1	Тема 2. Динамические модели машин их приводов. Разработка динамических моделей механизмов вращательного движения. Движение снаряда. (Л, ПЗ, ЛР)	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3 – ЗТЗ
ПК-1.2 ПК-2.1	Тема 3. Динамические процессы машины. Расчет динамических нагрузок в одномассовой системе привода. Компьютерное моделирование динамики одномассовой системы. (Л, ПЗ, ЛР)	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3 – ЗТЗ
ПК-1.2 ПК-2.1	Тема 4. Динамика машин с переменной массой. Расчет динамических нагрузок в приводе механизма подъема мостового крана. (Л, ПЗ)	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
ПК-1.2 ПК-2.1	Тема 5. Математические модели двух и трехмассовой механических систем. Расчет свободных частот и форм колебаний двухмассовой системы. Движение маятника с одной степенью свободы. (Л, ПЗ, ЛР)	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3 – ЗТЗ
ПК-1.2 ПК-2.1	Тема 6. Динамические процессы при отсутствии и наличии диссипативных свойств системы. Аналитический расчет свободных частот и форм	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ

	колебаний стержня и пластины. Движение твердого тела по наклонной плоскости. (Л, ПЗ, ЛР)	Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3 – ЗТЗ
ПК-1.2 ПК-2.1	Тема 7. Методы и способы ограничения возмущающих воздействий. Динамические поглотители колебаний. Моделирование работы нелинейного демпфера. Расчет системы автоматического демпфирования колебаний. (Л, ПЗ, ЛР)	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3 – ЗТЗ
ПК-1.2 ПК-2.1	Тема 8. Решение задач динамика в общем виде. Вывод уравнений движения машины с распределенной массой упругих элементов. Расчет и моделирование динамики двухзвенного манипулятора. (Л, ПЗ, ЛР)	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3 – ЗТЗ
ПК-1.2 ПК-2.1	Тема 9. Определение собственных функций в задачах динамики машин. Вывод уравнений движения машины с распределенной массой упругих элементов (Л, ПЗ)	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Итого	100

Полный комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с демонстрационным вариантом ФТЗ.

Ниже приведен образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины.

№	Задание	Ответы
1	Что называется управлением?	1. Прием и обработка необходимой информации. 2. Передача сигнала управления на объект управления. 3. Любое целенаправленное воздействие на объект управления.
2	Какая АС называется замкнутой?	1. Реализующая управление по возмущению. 2. Реализующая управление по командам с центра управления. 3. Реализующая управление по принципу обратной связи.
3	Какие сигналы АС называются выходными?	1. Сигналы поступающие на датчики информации объекта управления. 2. Координаты состояния ОУ, подлежащие целенаправленному изменению в процессе управления и характеризующие его результат. 3. Все внешние по отношению к АС сигналы.
4	Что называется оператором АС?	1. Человек за пультом управления. 2. Правило, устанавливающее связь между любой заданной совокупностью входных сигналов и выходным сигналом. 3. Правило, устанавливающее связь между выходным сигналом и задающим воздействием АС.
5	Какие операторы относятся к виду операторов, задаваемых дифференциальными уравнениями?	1. $a_n y^{(n)}(t)+a_{n-1}y^{(n-1)}(t)+\ldots+a_1y^{(1)}(t)+a_0y(t)=b_m x^{(m)}(t)+b_{m-1}x^{(m-1)}(t)+\ldots+b_1x^{(1)}(t)+b_0x(t).$ 2. $y(t)= Kx(t-\tau).$ 3. $y(t)= K\int_0^t g(t,\tau)x(\tau)d\tau.$
6	Какие АС называются нелинейными?	1. Если оператор задан линейным математическим выражением. 2. Если оператор не удовлетворяет принципу суперпозиции. 3. Если входные и выходные сигналы измеряются нелинейными единицами измерения.
7	Чем определяется порядок (размерность) АС?	1. Количеством выходных сигналов. 2. Количеством входных сигналов. 3. Порядком дифференциального уравнения, представляющего оператор АС.

№	Задание	Ответы
8	В чем состоит условие технической реализуемости АС?	1. В операторе АС порядок старшей производной выходного сигнала должен быть не меньше порядка старшей производной входного сигнала. 2. В операторе АС порядок старшей производной выходного сигнала должен быть меньше порядка старшей производной входного сигнала. 3. В операторе АС порядок старшей производной входного сигнала должен быть не меньше порядка старшей производной выходного сигнала.
9	Что называется нулями передаточной функции одномерной ЛСС?	1. Корни полинома числителя; 2. Корни полинома знаменателя; 3. Нулевые коэффициенты знаменателя.
10	Что называется структурной схемой АС?	1. Графическое отображение функционального состава АС. 2. Таблица информационных потоков между элементами АС. 3. Графическое отображение связей между ее элементами и динамических.
11	Как определить передаточную функцию параллельного соединения звеньев?	1. $\Phi(p)=W_1(p)\pm W_2(p)$ 2. $\Phi(p)=\frac{W_1(p)}{W_2(p)}$. 3. $\Phi(p)=W_1(p)W_2(p)$.
12	Какой передаточной функцией описывается интегрирующее звено?	1. $W(p)=K$ 2. $W(p)=Kp$ 3. $W(p)=K/p$.
13	Какой передаточной функцией описывается форсирующее звено?	1. $W(p)=\frac{K}{Tp+1}$ 2. $W(p)=K(Tp+1)$ 3. $W(p)=K(T^2p^2+2T\xi p+1)$.
14	Какой передаточной функцией описывается инерционное (апериодическое) звено?	1. $W(p)=\frac{K}{Tp+1}$ 2. $W(p)=\frac{K}{T^2p^2+2T\xi p+1}$ 3. $W(p)=K(Tp+1)$.
15	Какой передаточной функцией описывается звено постоянного запаздывания?	1. $W(p)=\frac{K}{T^2p^2+2T\xi p+1}$ 2. $W(p)=\frac{\Omega^2}{p^2+2\Omega\xi p+\Omega^2}$ 3. $W(p)=Ke^{-p\tau}$.
16	Какие существуют временные характеристики у АС?	1. Оператор и передаточная функция системы. 2. Весовая и переходная функции. 3. Весовая и передаточная функции.
17	Что называется переходной функцией АС?	1. Отношение изображений по Лапласу выходного к входному сигналу. 2. Для одномерной ЛСС с одним входом переходной функцией h(t) называется реакция системы на единичную ступенчатую функцию при нулевых начальных условиях. 3.Для одномерной ЛСС с одним входом весовой функцией g(t) называется реакция системы на единичную дельта-функцию при нулевых начальных условиях.
18	Чему равна $\delta(t)$ в изображении по Лапласу?	1. p; 2. 1; 3. $\frac{1}{p}$
19	Посредством чего осуществляется однозначная связь временных характеристик между собой?	1. Интеграла Дюамеля: $h(t)=\int_0^\infty g(t-\tau)1(\tau)d\tau$ 2. Передаточной функции. 3. Нулевых начальных условий.
20	В каких случаях переходная функция звена второго порядка имеет колебательный характер?	1. Если параметр $0<\xi<1$. 2. Если параметр $\xi>1$. 3. Если параметр $K<1$.

№	Задание	Ответы
21	Что называется частотными характеристиками АС?	1. Зависимости передаточной, весовой и переходной функций от частоты. 2.Динамические характеристики, являющиеся функциями частоты гармонического входного сигнала и определяющие реакцию системы на этот сигнал. 3. Зависимости передаточных функций по задающему воздействию и помехам от частоты.
22	Как получить амплитудно-фазовую частотную характеристику из передаточной функции АС?	1. Применить обратное преобразование Лапласа. 2. Заменить комплексную переменную pна мнимую переменную $j\omega$. 3. Найти оператор и воспользоваться таблицами преобразований Лапласа.
23	Что называется фазочастотной характеристикой АС?	1. Функция$\varphi(\omega) = \frac{A_y(\omega)}{A_x}$называется фазочастотной характеристикой ЛСС. 2. Функция $\varphi(\omega) = \varphi_y(\omega)-\varphi_x$ называется фазочастотной характеристикой ЛСС; 3. Отношение вынужденной составляющей входного сигнала к гармоническому входному сигналу, представленным в комплексной форме.
24	Что называется годографом АФЧХ?	1. Отношение вынужденной составляющей входного сигнала к гармоническому входному сигналу, представленным в комплексной форме. 2. Траектория точки, отображающей конец вектора АФЧХ $\Phi(j\omega)$ на комплексной плоскости при изменении частоты ω от 0 до ∞, называется годографом АФЧХ системы. 3. Отображение АФЧХ на комплексной плоскости.
25	Какие элементарные звенья являются фильтрами низких частот?	1. Инерционные, т.к. не ослабляют сигналы низких частот. 2. Форсирующие, т.к. не ослабляют сигналы низких частот. 3. Интегрирующие, т.к. не ослабляют сигналы низких частот.
26	Какие звенья называются фазоотстающими?	1. Инерционные, т.к. с увеличением частоты входного сигнала уменьшается фазовый сдвиг выходного сигнала. 2. Форсирующие, т.к. с увеличением частоты входного сигнала уменьшается фазовый сдвиг выходного сигнала. 3. Дифференцирующие, т.к. с увеличением частоты входного сигнала уменьшается фазовый сдвиг выходного сигнала.
27	Как формулируется необходимое и достаточное условие устойчивости ЛСС?	1. Одномерная ЛСС устойчива когда вещественные части всех корней $p_1,...,p_n$ ее характеристического уравнения$A(p)=0$ отрицательны. 2. ЛСС с передаточной функцией $\Phi(p)$рационального видаустойчива тогда, когда вещественные части всех корней $p_1,...,p_n$ ее характеристического уравнения$A(p)=0$ отрицательны. 3. одномерная ЛСС устойчива когда все корни $p_1,...,p_n$ ее характеристического уравнения$A(p)=0$ отрицательны.
28	Какие параметры *АС* называются критическими?	1. Значения параметров системы, при которых она сохраняет работоспособность; 2. Значения параметров системы, при которых она не работоспособна; 3. Значения параметров системы, при которых она находится на границе устойчивости.
29	Что называется временем регулирования САУ?	1. Время регулирования t_p - время установления переходного процесса с точностью до 5% относительно установившегося значения переходной функции $h(\infty)$. 2. Интервал времени между моментом включения системы и выходом на рабочий режим. 3.Время достижения переходным процессом установившегося значения.
30	Для оценки качества АС при случайных воздействиях используют	1. Корреляционную функцию и спектральную плотность распределения СВ. 2. Начальные и центральные моменты СВ. 3. Математическое ожидание и среднеквадратическое отклонение СВ.
31	Укажите правильную последовательность элементов, из которых состоит типовой электропривод (ЭП)	1. Системы передачи энергии 2. Исполнительного механизма 3. Электродвигателя

№	Задание	Ответы
32	Как называется система передачи энергии, предназначенная для преобразования вращательного движения ЭП в поступательное движение? (введите краткий ответ-2 слова в форме именительного падежа)	
33	Как называется частный вид САУ с отрицательной ОС, осуществляющей стабилизацию движения объекта при постоянном входном сигнале? (введите краткий ответ-1 слово в форме именительного падежа)	
34	Как называется частный вид САУ с отрицательной ОС, осуществляющей слежение за заданной программой входного сигнала? (введите краткий ответ-2 слова в форме именительного падежа)	
35	Электроподвижной состав является	1. Многозвенной SISO – системой 2. Однозвенной MIMO – системой 3. Многосвязной и многомерной системой
36	Сопоставьте названия сил их назначению	1. Потенциальная сила А. Сила вязкого трения 2. Диссипативная сила Б. Сила сухого трения

3.5 Перечень теоретических вопросов к экзамену

(для оценки знаний)

Раздел 1. Введение в динамику машин

1.1. Машина. Функциональная классификация машин.

1.2. Этапы создания машин.

1.3. Задача динамического анализа и синтеза механических систем

1.4. Механизм. Основные виды механизмов.

1.5. Связи в механической системе.

1.6. Модель движения первого приближения, кинематическая модель механической системы.

1.7. Методы кинематического анализа. Передаточная функция механизма. Ротативные механизмы и механизмы общего вида.

1.8. Динамическая модель идеальной машины с жесткими звеньями. Звено приведения.

1.9. Принцип приведения масс к звену приведения.

1.10. Принцип приведения сил к звену приведения.

Раздел 2. Динамика одномассовых механических систем

2.1. Особенности приведения масс двухподвижных систем.

2.2. Математические модели движения. Машины. Функции состояния по Лагранжу и Гамильтону.

2.3. Общие алгоритмы извлечения информации из математических моделей движения машин.

2.4. Режимы движения машин и их характеристика.

2.5. Механические характеристики двигателей и рабочих машин.

2.6. Установившееся движение. Критерии устойчивости и исследования устойчивости движения.

2.7. Решение передачи динамического синтеза установившегося движения по заданной неравномерности движения звена приведения.

2.8. Переходные режимы движения и их характеристики. Исследование переходных режимов движения при различных комбинациях внешнего нагружения

Раздел 3. Динамические процессы многомассовых механических систем

3.1. Математические модели движения механических систем с неголономными связями.

3.2. Динамические модели механических систем с упругими звеньями и связями.

3.3. Исследование устойчивости движения механической системы с упругой связью.

3.4. Колебания в машине с демпфером.

3.5. Задачи нелинейной динамики машин, модели высокой степени достоверности.

3.6. Возбуждение динамической системы силами трения, параметрическое возбуждение. Модель движение на основе уравнения Матье-Хилла. Исследование устойчивости движения.

3.7. Особенности моделирования систем с зазорами в связях. Динамика систем с переменной массой.

3.8. Общее уравнение динамики Даламбера-Эйлера.

3.9. Усилие статической определимости и определение нагрузок на звенья и связи в движении.

3.10. Трение в машинах и его законы. Механический КПД. Износ узлов трения, приемы его ослабления, расчет ресурса узлов трения.

3.11. Уравновешивание машин. Уравновешивание роторов. Уравновешивание механизмов общего вида.

3.12. Определение собственных функций задач динамики машин

3.13. Ветвь уравновешивающего каната

3.14. Масса, подвешенная на канате

3.15. Масса, соединенная двумя ветвями канатов

3.16. Одноконцевая подъемная установка

3.17. Двухконцевая неуравновешенная подъемная установка

3.18. Двухконцевая уравновешенная подъемная установка

Раздел 4. Ограничение динамических нагрузок

4.1. Математические модели движения механических систем с неголономными связями.

4.2. Динамические модели механических систем с упругими звеньями и связями.

4.3. Исследование устойчивости движения механической системы с упругой связью.

4.4. Колебания в машине с демпфером.

4.5. Задачи нелинейной динамики машин, модели высокой степени достоверности.

4.6. Возбуждение динамической системы силами трения, параметрическое возбуждение. Модель движение на основе уравнения Матье-Хилла. Исследование устойчивости движения.

4.7. Особенности моделирования систем с зазорами в связях. Динамика систем с переменной массой.

4.8. Общее уравнение динамики Даламбера-Эйлера.

4.9. Усилие статической определимости и определение нагрузок на звенья и связи в движении.

4.10. Трение в машинах и его законы. Механический КПД. Износ узлов трения, приемы его ослабления, расчет ресурса узлов трения.

4.11. Уравновешивание машин. Уравновешивание роторов. Уравновешивание механизмов общего вида.

4.12. Определение собственных функций задач динамики машин

4.13. Ветвь уравновешивающего каната

4.14. Масса, подвешенная на канате

4.15. Масса, соединенная двумя ветвями канатов

4.16. Одноконцевая подъемная установка

4.17. Двухконцевая неуравновешенная подъемная установка

4.18. Двухконцевая уравновешенная подъемная установка

Раздел 5. Динамика машин с учетом распределенной массы упругих элементов

5.1. Вынужденные колебания механических систем с распределенными параметрами

5.2. Эквивалентная масса каната
5.3. Масса, подвешенная на канате
5.4. Вибрационные процессы. Физика процессов. Параметры вибраций. Нормирование параметров. Системы виброзащиты и виброизоляции персонала.
5.5. Приемы виброзащиты техногенных объектов. Конструкционное демпфирование.
5.6. Виброизоляция объектов. Модель линейного виброизолятора, защита от ударных воздействий. Конструктивная виброизоляция. Постановка задачи оптимального синтеза системы виброизоляции.
5.7. Динамическое гашение колебаний. Математические модели динамического виброгашения. Гасители колебаний.
5.8. Динамические гасители с активными элементами. Схемы активных виброзащитных систем. Звуковая вибрация и средства защиты от неё.
5.9. Полезное использование вибраций в технике. Физика и математические модели технических вибрационных процессов. Вибровозбудители. Вибрационные машины и устройства.
5.10. Особенности функционирования машины САР (САУ). Математическая модель движения машины с одноканальной САР. Самонастраивающиеся и адаптивные САР.
5.11. Средства адаптации механических систем. Механические системы с адаптивными свойствами.
5.12. Измерение параметров динамических процессов. Датчики физических параметров процессов.
5.13. Виброиспытания и вибродиагностика механических систем.
5.14. Динамические процессы на переходных режимах работы машины
5.15. Динамические процессы при работе машины
5.16. Динамические процессы после остановки машины
5.17. Колебания фундаментов
5.18. Колебания без учета сил вязкого демпфирования
5.19. Колебания и балансировка вращающихся частей машины
5.20. Динамическая балансировка вращающихся частей машины

3.6 Перечень типовых простых практических заданий к экзамену

(для оценки умений)

1. Дать определение следующим понятиям: транспортная система, система автоматического и автоматизированного управления, динамическая система, управляющее устройство, регулятор, следящая система.
2. Назвать основные элементы структурной схемы типового электропривода транспортной системы.
3. Перечислить основные требования, предъявляемые к динамическим характеристикам транспортной системы.
4. Перечислить и дать характеристику различным типам приводных систем транспортного средства.
5. Перечислить основные виды классификации приводов транспортной системы.
6. Перечислить характерные особенности алгоритмов управления транспортным средством и трудности в их реализации.
7. Объяснить особенности применения алгоритма управления при настройке ПИД-регулятора.
8. Перечислить основные типы систем передачи энергии приводных устройствах.
9. Перечислить основные принципы управления транспортными системами.
10. Дать характеристику основного метода мехатроники – метода обратных задач динамики.

3.7 Перечень типовых практических заданий к экзамену

(для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. Исследовать математическую модель «Свободное падение твердого тела»

2. Исследовать постановки задач формирования назначенной траектории движения транспортного средства на основе метода обратных задач динамики

3. Исследовать постановки задач формирования назначенной траектории движения транспортного средства на основе модального ПИД-регулятора

4. Исследовать математическую модель «Движение снаряда»

5. Исследовать математическую модель «Движение маятника с одной степенью свободы»

6. Исследовать движение твердого тела по наклонной плоскости

7. Исследовать математическую модель линейного демпфера

8. Исследовать математическую модель нелинейного демпфера

4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Собеседование	Собеседование, предусмотренное рабочей программой дисциплины, проводится на практическом занятии. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся тему, вопросы для подготовки к собеседованию. Результаты собеседования преподаватель доводит до обучающихся сразу после завершения собеседования
Конспект	Защита конспектов, предусмотренных рабочей программой дисциплины, проводится во время практических занятий. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся: тему конспектов и требования, предъявляемые к их выполнению и защите
Лабораторная работа	Защита лабораторных работ проводится во время лабораторных занятий. Во время проведения защиты лабораторной работы пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями не разрешено. Преподаватель на лабораторной работе, предшествующей занятию проведения защиты лабораторной работы, доводит до обучающихся: номер защищаемой лабораторной работы, время на защиту лабораторной работы. Преподаватель информирует обучающихся о результатах защиты лабораторной работы сразу после ее контрольно-оценочного мероприятия

Для организации и проведения промежуточной аттестации составляются 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.

Перечень теоретических вопросов и типовые практические задания разного уровня сложности для проведения промежуточной аттестации обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме экзамена и оценивания результатов обучения

Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится путем устного собеседования по билетам или в форме компьютерного тестирования.

При проведении промежуточной аттестации в форме собеседования билеты составляются таким образом, чтобы каждый из них включал в себя теоретические вопросы и практические задания.

Билет содержит: два теоретических вопроса для оценки знаний. Теоретические вопросы выбираются из перечня вопросов к экзамену; одно практическое задание для оценки умений (выбирается из перечня типовых простых практических заданий к экзамену) и для оценки навыков и (или) опыта деятельности (выбираются из перечня типовых практических заданий к экзамену).

Распределение теоретических вопросов и практических заданий по экзаменационным билетам находится в закрытом для обучающихся доступе. Разработанный комплект билетов (25-30 билетов) не выставляется в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, а хранится на кафедре-разработчике фондов оценочных средств.

На экзамене обучающийся берет билет, для подготовки ответа на экзаменационный билет обучающемуся отводится время в пределах 45 минут. В процессе ответа обучающегося на вопросы и задания билета, преподаватель может задавать дополнительные вопросы.

Каждый вопрос/задание билета оценивается по четырехбалльной системе, а далее вычисляется среднее арифметическое оценок, полученных за каждый вопрос/задание. Среднее арифметическое оценок округляется до целого по правилам округления

При проведении промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования вариант тестового задания формируется из фонда тестовых заданий по дисциплине случайным образом, но с условием: 50 % заданий должны быть заданиями открытого типа и 50 % заданий – закрытого типа.

Образец экзаменационного билета

ИРГУПС 2021-2022 учебный год	**Экзаменационный билет № 1** **по дисциплине «Б1.В.ДВ.06.02** **Динамика транспортных систем »** **2 семестр**	Утверждаю: Заведующий кафедрой «Автоматизации производственных процессов» ИрГУПС А.В. Лившиц
1. Машина. Функциональная классификация машин 2. Режимы движения машин и их характеристика. 3. Решение задачи линейного демпфирования в среде Matlab/ Simulink.		