



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Институт математики и информационных технологий

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор ИМИТ ИГУ
 **М. В. Фалалеев**
«11» мая 2022 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Б1.В.ДВ.01.02 Моделирование механических систем и процессов

Направление подготовки	01.04.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль) подготовки	Математическое моделирование
Квалификация выпускника	магистр
Форма обучения	очная

Иркутск 2022 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели: освоение общих принципов, положений и методов построения математических моделей механических систем, приобретение практических навыков исследования рабочих процессов для применения их при проектировании механических систем и устройств.

Задачи:

- развитие в процессе обучения творческого мышления, необходимого для решения научных, прикладных и инженерно-технических задач с применением вычислительной техники и специализированных программных продуктов, а также навыков и умения в применении знаний для конкретных условий;
- изучение современных компьютерных систем моделирования, методов их использования, изучение современных программных средств для проектирования механических систем и процессов, моделирования их функционирования;
- изучение законов и уравнений, описывающих различные механические системы, составление математических моделей и анализ результатов разработанных моделей.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина Б1.В.ДВ.01.02 Моделирование механических систем и процессов относится к части Блока 1 образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: **ПЕРЕЧИСЛИТЬ ДИСЦИПЛИНЫ.**

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- Б2.О.03(П) «Технологическая (проектно-технологическая) практика»,
- Б2.О.01(Пд) «Преддипломная практика».

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика:

ПК-1 Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы при исследовании самостоятельных тем и по тематике организации;

ПК-4 Способен осуществлять деятельность, направленную на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:

- методы и средства компьютерного моделирования и проектирования технических систем и процессов, принцип их работы и функционирования;
- законы и уравнения динамики, кинематики описывающие работу механических систем.

уметь:

- составлять математические модели технических систем и физических процессов в виде дифференциальных или алгебраических уравнений;
- применять полученные знания при анализе устройства механической системы, формировать структурные модели объекта исследования, выполнять оценку и анализ параметров механической системы;
- эффективно применять типовые программные продукты, ориентированные на решение научных, проектных и технологических задач.

владеть:

- навыками создания моделей механических систем с использованием компьютерного моделирования;
- навыками решения научно-прикладных задач.

4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 5 зачетных ед., 180 час.

Форма промежуточной аттестации: экзамен, курсовая работа.

4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

Раздел дисциплины / тема	Сем.	Виды учебной работы				Самост. работа	Формы текущего контроля; Формы промежут. аттестации
		Контактная работа преподавателя с обучающимися					
		Лекции	Лаб. занятия	Практ. занятия			
Тема 1. Моделирование технических систем в Simscape Multibody.	2	4	14		6	Защита лабораторной работы. Оценка результатов контрольной работы.	
Тема 2. Математическое моделирование рабочих процессов транспортного средства.	2	6	34		28	Защита лабораторной работы. Оценка результатов контрольной работы.	
Тема 3. Моделирование работы систем активной безопасности транспортного средства.	2	4	22		17	Защита лабораторной работы. Оценка результатов контрольной работы.	
Итого (2 семестр):		14	70		51	экз., курс. раб.	

4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Раздел дисциплины / тема	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самост. работы
	Вид самост. работы	Сроки выполнения	Затраты времени		
Тема 1	Изучение учебной, научной и методической литературы с привлечением электронных средств информации. Подготовка к занятию.		6		Основная: [1...2]. Дополнительная: [1...5].

Тема 2	Изучение учебной, научной и методической литературы с привлечением электронных средств информации. Подготовка к занятию.		28		Основная: [1...5]. Дополнительная: [1...5].
Тема 3	Изучение учебной, научной и методической литературы с привлечением электронных средств информации. Подготовка к занятию.		17		Основная: [1...5]. Дополнительная: [1...5].
Общая трудоемкость самостоятельной работы (час.)			51		
Из них с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час.)					

4.3. Содержание учебного материала

Тема 1. Моделирование технических систем в Simscape Multibody.

Интерфейс. Панель инструментов. Принцип создания механических систем в среде Simscape Multibody. Анализ и обработка результатов компьютерного моделирования. Исследование кинематики и динамики движения плоской механической системы.

Тема 2. Математическое моделирование рабочих процессов транспортного средства.

Математическая модель прямолинейного движения колесной машины по неровностям пути. Моделирование профиля дорожной поверхности. Математические модели пневмогидравлических устройств подвески колесных машин. Математическая модель криволинейного движения колесной машины. Математическая модель механической трансмиссии автомобиля. Математическая модель рулевого управления и тормозной системы автомобиля.

Тема 3. Моделирование работы систем активной безопасности транспортного средства.

Моделирование работы систем активной безопасности автомобиля. Моделирование работы антиблокировочной системы тормозов. Моделирование работы противобуксовочной системы. Моделирование работы системы динамической стабилизации. Моделирование системы предотвращения столкновения с пешеходами.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

Тема занятия	Всего часов	Оценочные средства	Формируемые компетенции
Тема 1. Лабораторная работа 1. Изучение интерфейса и принципы работы в Simscape Multibody.	2	Защита лабораторной работы в форме устного индивидуального собеседования.	ПК-1, ПК-4

Тема 1. Лабораторная работа 2. Построение и исследование механической системы в Simscape Multibody. Кинематика движения твердого тела.	12	Защита лабораторной работы в форме устного индивидуального собеседования. Контрольная работа №1.	ПК-1, ПК-4
Тема 2. Лабораторная работа 3. Моделирование неровностей пути по статическим характеристикам.	4	Защита лабораторной работы в форме устного индивидуального собеседования.	ПК-1, ПК-4
Тема 2. Лабораторная работа 4. Исследование плавности хода двухосной колесной машины при прямолинейном движении по не ровной поверхности.	6	Защита лабораторной работы в форме устного индивидуального собеседования. Контрольная работа №2.	ПК-1, ПК-4
Тема 2. Лабораторная работа 5. Математическое моделирование пневмогидравлических устройств подвески автомобиля.	4	Защита лабораторной работы в форме устного индивидуального собеседования.	ПК-1, ПК-4
Тема 2. Лабораторная работа 6. Моделирование криволинейного движения автомобиля по недеформируемой поверхности.	6	Защита лабораторной работы в форме устного индивидуального собеседования.	ПК-1, ПК-4
Тема 2. Лабораторная работа 7. Моделирование движения автомобиля при различных схемах трансмиссии. Моделирование систем рулевого и тормозного управления.	8	Защита лабораторной работы в форме устного индивидуального собеседования.	ПК-1, ПК-4
Тема 2. Лабораторная работа 8. Моделирование фрикционного сцепления автомобиля и автомата переключения передач.	6	Защита лабораторной работы в форме устного индивидуального собеседования.	ПК-1, ПК-4
Тема 3. Лабораторная работа 9. Реализация алгоритмов работы антиблокировочной системы тормозов и противобуксовочной системы.	8	Защита лабораторной работы в форме устного индивидуального собеседования.	ПК-1, ПК-4
Тема 3. Лабораторная работа 10. Реализация алгоритмов работы системы динамической стабилизации автомобиля.	8	Защита лабораторной работы в форме устного индивидуального собеседования. Контрольная работа №3.	ПК-1, ПК-4
Тема 3. Лабораторная работа 11. Реализация алгоритмов работы системы предотвращения столкновения с пешеходами.	6	Защита лабораторной работы в форме устного индивидуального собеседования.	ПК-1, ПК-4

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы

Тема	Задание	Формируемые компетенции
------	---------	-------------------------

Тема 1	Интерфейс. Панель инструментов. Принцип создания механических систем в среде Simscape Multibody. Анализ и обработка результатов компьютерного моделирования. Исследование кинематики и динамики движения плоской механической системы.	ПК-1, ПК-4
Тема 2	Математическая модель прямолинейного движения колесной машины по неровностям пути. Моделирование профиля дорожной поверхности. Математические модели пневмогидравлических устройств подвески колесных машин. Математическая модель криволинейного движения колесной машины. Математическая модель механической трансмиссии автомобиля. Математическая модель рулевого управления и тормозной системы автомобиля.	ПК-1, ПК-4
Тема 3	Моделирование работы систем активной безопасности автомобиля. Моделирование работы антиблокировочной системы тормозов. Моделирование работы противобуксовочной системы. Моделирование работы системы динамической стабилизации. Моделирование системы предотвращения столкновения с пешеходами.	ПК-1, ПК-4

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов всех форм и видов обучения является одним из обязательных видов образовательной деятельности, обеспечивающей реализацию требований Федеральных государственных стандартов высшего образования. Согласно требованиям нормативных документов самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом образовательного процесса, так как она обеспечивает закрепление получаемых на лекционных занятиях знаний путем приобретения навыков осмысления и расширения их содержания, навыков решения актуальных проблем формирования общекультурных и профессиональных компетенций, научно-исследовательской деятельности, подготовки к семинарам, лабораторным работам, сдаче зачетов и экзаменов. Самостоятельная работа студентов представляет собой совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ. Самостоятельная работа в рамках образовательного процесса в вузе решает следующие задачи:

- закрепление и расширение знаний, умений, полученных студентами во время аудиторных и внеаудиторных занятий, превращение их в стереотипы умственной и физической деятельности;
- приобретение дополнительных знаний и навыков по дисциплинам учебного плана;
- формирование и развитие знаний и навыков, связанных с научно-исследовательской деятельностью;
- развитие ориентации и установки на качественное освоение образовательной программы;
- развитие навыков самоорганизации;
- формирование самостоятельности мышления, способности к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;

– выработка навыков эффективной самостоятельной профессиональной теоретической, практической и учебно-исследовательской деятельности.

Подготовка к лекции. Качество освоения содержания конкретной дисциплины прямо зависит от того, насколько студент сам, без внешнего принуждения формирует у себя установку на получение на лекциях новых знаний, дополняющих уже имеющиеся по данной дисциплине. Время на подготовку студентов к двухчасовой лекции по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

Подготовка к лабораторному занятию. Подготовка к лабораторному занятию включает следующие элементы самостоятельной деятельности: четкое представление цели и задач его проведения; выделение навыков умственной, аналитической, научной деятельности, которые станут результатом предстоящей работы. Выработка навыков осуществляется с помощью получения новой информации об изучаемых процессах и с помощью знания о том, в какой степени в данное время студент владеет методами исследовательской деятельности, которыми он станет пользоваться на лабораторном занятии. Подготовка к лабораторному занятию нередко требует подбора материала, данных и специальных источников, с которыми предстоит учебная работа. Студенты должны дома подготовить к занятию 3–4 примера формулировки темы исследования, представленного в монографиях, научных статьях, отчетах. Затем они самостоятельно осуществляют поиск соответствующих источников, определяют актуальность конкретного исследования процессов и явлений, выделяют основные способы доказательства авторами научных работ ценности того, чем они занимаются. В ходе самого лабораторного занятия студенты сначала представляют найденные ими варианты формулировки актуальности исследования, обсуждают их и обосновывают свое мнение о наилучшем варианте. Время на подготовку к лабораторному занятию по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

Подготовка к контрольной работе. Контрольная работа назначается после изучения определенного раздела (разделов) дисциплины и представляет собой совокупность развернутых письменных ответов студентов на вопросы, которые они заранее получают от преподавателя. Самостоятельная подготовка к контрольной работе включает в себя: — изучение конспектов лекций, раскрывающих материал, знание которого проверяется контрольной работой; повторение учебного материала, полученного при подготовке к семинарским, практическим занятиям и во время их проведения; изучение дополнительной литературы, в которой конкретизируется содержание проверяемых знаний; составление в мысленной форме ответов на поставленные в контрольной работе вопросы; формирование психологической установки на успешное выполнение всех заданий. Время на подготовку к контрольной работе по нормативам составляет 2 часа.

Подготовка к экзамену. Самостоятельная подготовка к экзамену схожа с подготовкой к зачету, особенно если он дифференцированный. Но объем учебного материала, который нужно восстановить в памяти к экзамену, вновь осмыслить и понять, значительно больше, поэтому требуется больше времени и умственных усилий. Важно сформировать целостное представление о содержании ответа на каждый вопрос, что предполагает знание разных научных трактовок сущности того или иного явления, процесса, умение раскрывать факторы, определяющие их противоречивость, знание имен ученых, изучавших обсуждаемую проблему. Необходимо также привести информацию о материалах эмпирических исследований, что указывает на всестороннюю подготовку студента к экзамену. Время на подготовку к экзамену по нормативам составляет 36 часов для бакалавров.

В ФБГОУ ВО «ИГУ» организация самостоятельной работы студентов регламентируется Положением о самостоятельной работе студентов, принятым Ученым советом ИГУ 22 июня 2012 г.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Кудинов, Ю. И. Теория автоматического управления (с использованием MATLAB — SIMULINK): учебное пособие / Ю. И. Кудинов, Ф. Ф. Пашенко. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 312 с. — ISBN 978-5-8114-1994-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/205955> (дата обращения: 05.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Моделирование мехатронных систем в среде MATLAB (Simulink / SimMechanics): учебное пособие / В. М. Мусалимов, Г. Б. Заморуев, И. И. Калапышина, А. Д. Перечесова. — Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2013. — 114 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/70925> (дата обращения: 04.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Жилейкин, М. М. Математические модели систем транспортных средств: методические указания / М. М. Жилейкин, Г. О. Котиев, Е. Б. Сарач. — Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. — 100 с. — ISBN 978-5-7038-4761-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103321> (дата обращения: 14.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Жилейкин, М. М. Моделирование систем транспортных средств: методические указания / М. М. Жилейкин. — Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. — 100 с. — ISBN 978-5-7038-4665-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103322> (дата обращения: 14.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Жилейкин, М. М. Домашнее задание по курсу «Моделирование систем транспортных средств»: учебное пособие / М. М. Жилейкин. — Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. — 56 с. — ISBN 978-5-7038-4750-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103323> (дата обращения: 14.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) дополнительная литература:

1. Хабаров, С. П. Основы моделирования технических систем. Среда Simintech: учебное пособие / С. П. Хабаров, М. Л. Шилкина. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 120 с. — ISBN 978-5-8114-3526-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206594> (дата обращения: 13.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Иванов, В. К. Моделирование мехатронных систем: учебное пособие / В. К. Иванов, В. Е. Макаров, К. Н. Никоноров; под общей редакцией В. К. Иванова. — Йошкар-Ола: ПГТУ, 2021. — 122 с. — ISBN 978-5-8158-2227-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/188837> (дата обращения: 04.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Чернусь, П. П. Моделирование мехатронных систем: учебное пособие / П. П. Чернусь, П. П. Чернусь. — Санкт-Петербург: БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2018. — 54 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122100> (дата обращения: 13.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Борисов, М. М. Имитационное моделирование мехатронных систем: учебно-методическое пособие / М. М. Борисов, А. А. Колубин. — Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2020. — 103 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/190877> (дата обращения: 04.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Ермак, В. Н. Практикум по теории механизмов и машин в среде MatLab : учебное пособие / В. Н. Ермак. — Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2009. — 86 с. — ISBN 978-5-89070-701-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/6665> (дата обращения: 13.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. URL: <https://exponenta.ru/matlab>

2. Единое окно к образовательным ресурсам - URL: <https://window.edu.ru> (дата обращения: 04.05.2022).

3. Открытое образование - URL: <https://openedu.ru/> (дата обращения: 04.05.2022).

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-лабораторное оборудование

6.2. Программное обеспечение

Xcos, Scilab, Matlab.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Оценочные средства текущего контроля

Вид контроля	Контролируемые темы	Контролируемые компетенции
Контрольная работа №1	Тема 1.	ПК-1, ПК-4
Контрольная работа №2	Тема 2.	ПК-1, ПК-4
Контрольная работа №3	Тема 3.	ПК-1, ПК-4

Примеры оценочных средств текущего контроля

1. Демонстрационный вариант контрольной работы №1.

Для схемы механизма представленного на рисунке 1 необходимо выполнить следующее задание:

- а) провести кинематический анализ предложенного механизма;
- б) создать компьютерную модель механизма;
- в) создать управляющий файл;
- г) подключить кинематический привод к начальному звену или к другому элементу (задается преподавателем);
- д) исследовать движение механизма (подключить датчики, силы и др.), сделать выводы;
- е) подготовить отчет.

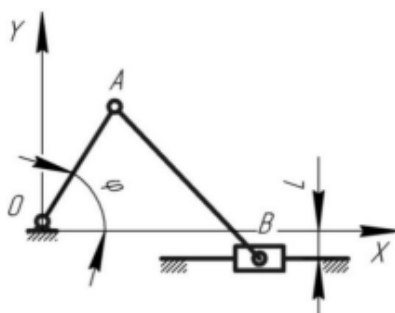


Рисунок 1 – Кривошипно-ползунный механизм

2. Демонстрационный вариант контрольной работы №2.

Исследовать плавности хода двухосной колесной машины при прямолинейном движении по не ровной поверхности при соответствующей жесткости подвески (параметры подвески задаются преподавателем). Построить характеристики движения.

3. Демонстрационный вариант контрольной работы №3.

Для заданного типа колесной машины и алгоритма системы динамической стабилизации исследовать траекторию движения при совершении маневра «поворот» на опорном основании «лед со снегом». Построить характеристики движения.

7.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Список вопросов для промежуточной аттестации:

1. Система дифференциальных уравнений для вертикальных и угловых колебаний корпуса двухосной колесной машины.
2. Как вычислить прогиб подвески при движении по неровностям.
3. Как учитывается характер неудерживающей связи колеса с опорным основанием.
4. Перечислите системы координат, необходимые для разработки математической модели криволинейного движения колесной машины.
5. Поясните физическую природу появления продольной, поперечной и вертикальной реакций в пятне контакта шины с опорным основание.
6. Запишите дифференциальные уравнения вращения элементов полностью дифференциальной трансмиссии для колесной машины с колесной формулой 4х4.
7. В чем заключаются особенности моделирования тормозного момента колесного тормозного механизма.
8. Запишите выражения для определения углов поворота управляемых колес колесной машины с колесной формулой 4х4, если полюс поворота совпадает со средней осью.
9. Каково назначение антиблокировочной системы тормозов и противобуксовочной системы.
10. В чем заключается идея работы алгоритма АБС.
11. В чем принципиальное отличие алгоритмов работы АБС и ПБС.
12. Какие сигналы необходимы для обеспечения работы ПБС.
13. Какие параметры движения колесной машины необходимо исследовать, чтобы сделать вывод об эффективности работы АБС и ПБС.
14. В чем заключается идея работы алгоритмов системы динамической стабилизации.
15. Каким образом СДС распознает занос передней и задней осей колесной машины.
16. Как формируется сигнал тормозного момента на колесе при работающей СДС.
17. Как обеспечивается управление крутящим моментом двигателя при работающей СДС.
18. Как задаются начальные условия для решения дифференциального уравнения вертикального движения колеса колесной машины.

19. Из каких программных блоков состоит опорно-ходовой модуль колесной машины.
20. Нагрузочная характеристика (зависимость силы от перемещения штока) амортизатора.
21. Каким образом проводится пересчет реакций в пятне контакта шины с опорным основанием на оси подвижной системы координат.
22. В каком программном блоке решаются уравнения вращения колес колесной машины.
23. В чем заключается идея эмуляции работы механического сцепления.
24. Поясните работу автомата переключения передач.
25. Какой программный блок выполняет роль ограничителя частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Примеры оценочных средств для промежуточной аттестации:

Типовой вариант (пример) задания на курсовую работу:

С использованием компьютерного моделирования провести исследование движения колесной машины (характеристики колесной машины выдаются преподавателем).

Работа должна содержать следующие материалы:

- введение;
- схему механической трансмиссии;
- математическую модель механической трансмиссии;
- характеристики движения колесной машины при разгоне по прямой на сухом асфальте;
- заключение;
- список используемой литературы.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)

Институт математики и информационных технологий

Направление: Прикладная математика и информатика

Профиль: «Математическое моделирование»

Дисциплина: Моделирование механических систем и процессов

Утверждаю

Заведующий кафедрой

математического анализа

и дифференциальных уравнений

_____ М.В. Фалалеев

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Запишите дифференциальные уравнения вращения элементов полностью дифференциальной трансмиссии для колесной машины с колесной формулой 4х4.
2. В чем заключается идея работы алгоритма АБС.
3. Практическое задание:
Задание 1.

Разработчик: Кривель Сергей Михайлович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры