

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»
(КГУ)

Кафедра «Гусеничные машины и прикладная механика»



УТВЕРЖДАЮ:

Ректор

/ Н.В. Дубив/

«02» сентября 2020 г.

Рабочая программа учебной дисциплины
УПРАВЛЯЕМОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

образовательной программы высшего образования –
программы специалитета
23.05.02 – Транспортные средства специального назначения

Специализация № 1
Военные гусеничные и колесные машины

Формы обучения: очная

Курган 2020

Рабочая программа дисциплины «Управляемость и устойчивость транспортных машин» составлена в соответствии с учебным планом по программе специалитета «Транспортные средства специального назначения» («Военные гусеничные и колесные машины»), утвержденным для очной формы обучения 28.08.2020г.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Гусеничные машины и прикладная механика» 01.09.2020г., протокол № 1.

Рабочую программу составил
д.т.н., профессор

В.Б. Держанский

Согласовано:
Заведующий кафедрой
«Гусеничные машины и прикладная механика»

В.Б. Держанский

Специалист по учебно-методической работе
учебно-методического отдела

Г.В. Казанкова

Начальник Управления образовательной
деятельности

С.Н. Сеницын

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 5 зачетных единиц трудоемкости (180 академических часов)

Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр	
		7	8
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов	60	32	28
в том числе:			
Лекции	30	16	14
Практические работы	30	16	14
Самостоятельная работа, всего часов	120	40	80
в том числе:			
Подготовка к экзамену	27	27	-
Подготовка к зачету	18	-	18
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	75	13	62
Вид промежуточной аттестации	экзамен, зачет	экзамен	зачет
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	180	72	108

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Управляемость и устойчивость транспортных машин» относится к дисциплине по выбору вариативной части Блока 1.

Дисциплина «Управляемость и устойчивость транспортных машин» направлена на изучение проблемы управляемости и устойчивости движения транспортных машин, методов расчетной и экспериментальной оценки управляемости и устойчивости, а также на обоснование основных направлений повышения этих свойств.

Изучение дисциплины «Управляемость и устойчивость транспортных машин» играет важную роль в подготовке специалиста.

Освоение обучающимися дисциплины «Управляемость и устойчивость транспортных машин» опирается на знания, умения, навыки и компетенции, приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин:

- Математика;
- Физика;
- Теоретическая механика;
- Конструкция транспортных средств специального назначения.

Знания, умения и навыки, полученные при освоении дисциплины «Управляемость и устойчивость транспортных машин», являются необходимыми для освоения последующих дисциплин:

- Теория движения ТССН;
- Автоматические системы транспортных средств специального назначения;
- Проектирование транспортных средств специального назначения;
- Спецдисциплина № 1;
- Спецдисциплина №2.

Студенты должны знать дифференциальные уравнения, прямое и обратное преобразование Лапласа, уметь оценивать эффективность работы различных энергетических установок, владеть методами анализа конструкции и основных элементов транспортных средств специального назначения и определения тенденций их развития.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью изучения дисциплины «Управляемость и устойчивость транспортных машин» является подготовка специалистов, способных осуществлять функции по конструированию, расчету, испытанию, эксплуатации и исследованиям, автоматизированных систем военных транспортных машин. Излагается теория регулирования и управления, принципы и методы построения схем автоматического управления, методы их расчета, анализа, синтеза и экспериментального исследования отдельных элементов и систем в целом.

Задачами освоения дисциплины «Управляемость и устойчивость транспортных машин» являются изучение основ динамики управляемого движения, теории устойчивости и управляемости движения, ознакомление и анализ математических моделей управляемого движения машин, приобретение навыков расчета устойчивости и управляемости.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способность анализировать состояние и перспективы развития транспортных средств специального назначения (ПК-1);
- способность проводить теоретические и экспериментальные научные исследования по поиску и проверке новых идей совершенствования транспортных средств специального назначения (ПК-2);
- способность проводить техническое и организационное обеспечение исследований, анализ результатов и разработку предложений по их реализации (ПК-3);
- способность разрабатывать конкретные варианты решения проблем производства, модернизации и ремонта транспортных средств специального назначения, проводить анализ этих вариантов, осуществлять прогнозирование последствий, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределенности (ПК-5);
- способность к профессиональной деятельности на всех стадиях разработки военных гусеничных и колесных машин с использованием передовых методов расчета и проектирования, исследований и испытаний (ПСК-1.1).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- знать основы теории автоматического управления техническими системами (для ПК-2);
- знать области применения транспортных средств специального назначения, требования к конструкции транспортных средств специального назначения, их узлов, агрегатов, систем (для ПК-5);
- знать тенденции развития конструкции транспортных средств специального назначения (для ПК-1);
- знать условия эксплуатации, режимы работы транспортных средств специального назначения (для ПК-3);
- знать методики расчета параметров криволинейного движения, управляемости, устойчивости и торможения, расчета параметров и характеристик колебаний при движении по неровностям (для ПК-2);
- уметь формулировать цели и задачи проектируемой системы автоматического управления, разрабатывать техническое задание и, соответственно принципам построения систем автоматического управления, выбирать технические средства для ее реализации (для ПК-1; ПК-2; ПК-5);
- владеть методами, алгоритмами и процедурами системы автоматизированного проектирования (для ПК-2; ПК-5);
- владеть навыками, необходимыми для формирования обоснованного технического задания на проектирование системы управления техническим объектом или технологическим процессом (для ПК-1, ПК-2; ПСК-1.1).

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Учебно-тематический план

Рубеж	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем	
			Лекции	Практич. занятия
7 семестр				
Рубеж 1	1	Введение		
	2	Характеристика проблемы управляемости и устойчивости движения бгм	1	-
	2.1	Анализ условий движения бгм	-	-
	2.2	Критерии управляемости и устойчивости движения бгм	1,5	-
	3	Математическая модель управляемого движения бгм и анализ результатов имитационного моделирования	1,5	2
	3.1	Структурная схема системы «машина-водитель-внешняя среда»	-	-
	3.2	Обобщение расчетных схем и математических моделей движения бгм	2	4
Рубеж 2	3.3	Зависимость момента сопротивления повороту от параметров конструкции машины и условий движения	2	2
	3.4	Расчет угловой скорости поворота и кривизны траектории с учетом буксования движителя	2	3
	3.5	Моделирование водителя при управлении движением	2	3
	3.6	Имитационное моделирование динамики управляемого движения бгм и анализ результатов	2	-
Всего за 7 семестр			16	16
8 семестр				
Рубеж 3	4	Оценка устойчивости и управляемости движением бгм		2
	4.1	Динамическая устойчивость вращательного движения бгм	2	-
	4.2	Устойчивость поступательного движения линеаризованной системы по критерию Раунса-Гурвица	2	2
	4.3	Оценка устойчивости движения бгм по критерию Ляпунова	2	2
Рубеж 4	4.4	Прогнозирование управляемости и скоростных качеств бгм по их динамическим свойствам	2	2
	4.5	Стабилизация траектории движения бгм при возбуждении волновых процессов в движителе	2	2
	4.6	Синтез ПИД-регуляторов и Sharp-фильтров для повышения управляемости и скоростных качеств бгм	2	-
	4.7	Система курсовой устойчивости для бгм	1	2
	4.8	Повышение устойчивости движения бгм при настройке параметрических колебаний в движителе	1	2
Всего за 8 семестр			14	14
Всего:			30	30

4.2. Содержание лекционных занятий

Шифр раздела, темы дисциплины	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование и содержание лекции
1	Введение	7 семестр Цель и задачи изучения дисциплины. Методы изучения дисциплины. Основные понятия управляемость и устойчивость. Роль ученых КГУ в решении проблемы. Зависимость степени реализации потенциальных скоростных свойств бгм и безопасности движения от управляемости и устойчивости. Примеры проявления неустойчивости.
2	Характеристика проблемы	
2.1	Анализ условий движения бгм	Зависимость подвижности от удельной мощности. Ограничение подвижности бгм по условиям движения – сопротивление движению, неровности микропрофиля, интенсивность изменения кривизны траектории, а также динамические свойства машины. Вероятностная оценка подвижности. Действие ограничений подвижности на тестовой змейке.
2.2	Критерии управляемости и устойчивости движения бгм	Анализ критериев управляемости и результатов НИР по оценке подвижности. Аналитические критерии управляемости и устойчивости машины как управляемого объекта. Статистические характеристики СУП. Реакция машины на стандартные сигналы управления (рывок штурвала, гармоническое возмущение и др.). Оценка управляемости по частной производной реакции по управляющему воздействию. Аддитивный интегральный критерий
3	Математическая модель управляемого движения бгм и анализ результатов имитационного моделирования	
3.1	Структурная схема системы «машина-водитель-внешняя среда»	Компоненты машины: двигатель, трансмиссия, движитель, система поддрессирования. Функции водителя по принятию решения, управлению и компенсирующей деятельности. Передаточная функция водителя и ее анализ. Параметры внешней среды, их спектральная плотность. Комплекс параметров реакции машины на управление. Параметры движения и функционирования.
3.2	Обобщение расчетных схем и математических моделей движения бгм	Системы координат: подвижная, неподвижная, натуральная. Виды моделей динамики управляемого движения бгм исследователей России, США, Японии и др. Модель марковского процесса движения.
3.3	Зависимость момента сопротивления повороту от параметров конструкции машины и условий движения	Формирование момента сопротивления повороту при движении на дорогах с деформированным и недеформированным основанием. Изменение момента при действии центробежных сил. Апроксимация зависимости момента сопротивления повороту от кривизны траектории.
3.4	Расчет угловой скорости поворота и кривизны траектории с учетом буксования движителя	Расчет кинематических параметров управляемого движения бгм с дифференциальным ГОМП. Зависимость кривизны траектории от управляющего воздействия при заблокированном и разблокированном ГТ. Поперечное смещение полюсов поворота при юзе и буксовании движителя.
3.5	Моделирование водителя при управлении движением	Анализ моделей водителя как человека-оператора. Передаточная функция водителя в форме Хендерсона, амплитудная и фазовая частотные характеристики. Предельные возможности водителя. Снижение психофизиологических свойств водителя при утомлении.
3.6	Имитационное моделирование динамики управляемого движения бгм и анализ результатов	Приведение модели движения бгм к форме системы линеаризованных уравнений. Имитационное моделирование динамики управляемого движения. Анализ амплитудных и фазовых частотных характеристик реакции системы на управляющее воздействие. Особенности двухпараметрического управления.

Шифр раздела, темы дисциплины	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование и содержание лекции
8 семестр		
4	Оценка устойчивости и управляемости движением бгм	
4.1	Динамическая устойчивость вращательного движения бгм	Линеаризация дифференциального уравнения вращательного движения при равномерном движении. Анализ динамической устойчивости движения по критерию Раусса-Гурвица и по реакции на единичное управление (рывок-штурвал). Зависимость продольной по устойчивости скорости от смещения координаты центра поворота
4.2	Устойчивость поступательного движения линеаризованной системы по критерию Раусса-Гурвица	Составление матрицы Гурвица и анализ устойчивости по алгебраическим критериям (определителям матрицы). Учет нелинейности системы и анализ устойчивости на основе гармонической линеаризации
4.3	Оценка устойчивости движения бгм по критерию Ляпунова	Система уравнений движения бгм с переменной скоростью (разгон или торможение). Приведение системы к виду Коши для построения критерия Ляпунова. Уравнение скорости движения по устойчивости движения. Анализ зависимости предельной скорости движения от ускорения при разгоне и торможении
4.4	Прогнозирование управляемости и скоростных качеств бгм по их динамическим свойствам	Анализ длительности переходных процессов и фазового отставания реакции на управляющее воздействие от скорости движения. Коэффициент фазовой напряженности реакции. Расчет значения фазовой характеристики и цикличности включения системы управления поворотом на основе исследования марковского процесса. Учет компенсирующих управлений водителем
4.5	Стабилизация траектории движения бгм при возбуждении волновых процессов в движителе	Анализ степени реализации потенциальных скоростных качеств бгм с высокой удельной мощностью при прямолинейном движении. Процесс формирования отклонений траектории. Периодическое изменение асимметрии жесткости привода. Условия возбуждения поперечных волновых процессов в упругих ветвях гусениц. Дестабилизирующий момент. Система управления натяжением гусениц, стабилизирующая прямолинейное движение
4.6	Синтез ПИД-регуляторов и Шарпер-фильтров для повышения управляемости и скоростных качеств бгм	Основные отклонения траектории - запаздывание реакции по фазе колебания корпуса вокруг вертикальной оси и буксования движителя. Синтез ПИД-регулятора и оценка его эффективности. Вариация параметров конструкции и фазовых частотных характеристик. Зашумленность сигналов G сенсора и обратной связи. Возможности синтеза системы управления движением на основе Шарпер-фильтров. Функциональная схема, алгоритм ее работы и эффективность.
4.7	Система курсовой устойчивости для бгм	Особенности управления движением бгм, ошибочные управляющие воздействия превышение допустимой скорости. Невозможность синхронного торможения и уравнения поворотом, недопустимость снижения частотных вращений вала двигателя. Функциональная схема и алгоритм работы системы стабилизации траектории движения. Эффективность системы.
4.8	Повышение устойчивости движения бгм при настройке параметрических колебаний в движителе	Проявление параметрических колебаний в гусеничном движителе. Нарушение функционирования электронных оптико-механических систем, ограничение долговечности элементов, вариация значений коэффициента сопротивления уводу и снижение скорости движения. Аналитическое и техническое решение задачи отстройки параметрических колебаний.

4.3. Практические занятия

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование и содержание практических работ	Норматив времени, час.
			Очная
7 семестр			
2.2	Критерии управляемости и устойчивости движения бгм	Критерии управляемости и устойчивости движения бгм	2
3.1	Структурная схема системы «машина-водитель-внешняя среда»	Структурная схема системы «машина-водитель-внешняя среда»	3
3.2	Обобщение расчетных схем и математических моделей движения бгм	Обобщение расчетных схем и математических моделей движения бгм	2
3.3	Зависимость момента сопротивления повороту от параметров конструкции машины и условий движения	Зависимость момента сопротивления повороту от параметров конструкции машины и условий движения	3
3.4	Расчет угловой скорости поворота и кривизны траектории с учетом буксования движителя	Расчет угловой скорости поворота и кривизны траектории бгм с ГОМП	2
3.5	Моделирование водителя при управлении движением	Моделирование водителя при управлении движением	2
Рубежный контроль 1			1
Рубежный контроль 2			1
Всего за 7 семестр			16
8 семестр			
4	Оценка устойчивости и управляемости движением бгм	Оценка устойчивости и управляемости движением бгм	2
4.2	Устойчивость поступательного движения линеаризованной системы по критерию Раунса-Гурвица	Оценка устойчивости вращательного движения. Составление матрицы Гурвица, анализ знака и значений определителя	2
4.3	Оценка устойчивости движения бгм по критерию Ляпунова	Оценка устойчивости движения бгм по критерию Ляпунова	1
4.4	Прогнозирование управляемости и скоростных качеств бгм по их динамическим свойствам	Анализ экспериментальных данных о периодическом изменении жесткости упругого взаимодействия в контакте «шина-обд». Определение требуемого значения параметра модуляции жесткости. Анализ конструкции перспективных машин.	2
4.5	Стабилизация траектории движения бгм при возбуждении волновых процессов в движителе	Расчет цикличности включения СУП. Построение зависимости коэффициента фазовой напряженности от скорости движения	2
4.7	Система курсовой устойчивости для бгм	Расчет параметров ПИД регулятора по ЛАХЧ объекта, анализ его эффективности. Синтез Sharp-фильтров.	1
4.8	Повышение устойчивости движения бгм при настройке параметрических колебаний в движителе	Анализ функциональной схемы системы курсовой устойчивости, алгоритм ее работы и оценка эффективности	2
Рубежный контроль 4			1
Всего за 8 семестр			14
Всего			30

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение соответствующей практической работы.

Преподавателем запланировано использование при чтении лекций технологии учебной дискуссии. Поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их активного обсуждения на дискуссии в конце лекции.

Залогом качественного выполнения практических занятий является самостоятельная подготовка к ним накануне путем повторения материалов лекций. Рекомендуется подготовить вопросы по неясным моментам и обсудить их с преподавателем в начале практического занятия.

Преподавателем запланировано применение на практических занятиях технологий развивающейся кооперации, коллективного взаимодействия, разбора конкретных ситуаций. Поэтому приветствуется групповой метод выполнения практических занятий, а также взаимооценка и обсуждение результатов выполнения практических занятий.

Часть практических занятий выполняется с использованием таких программных продуктов, как Pascal и Microsoft Office Excel. Рекомендуется повторить навыки использования указанных программ.

Для текущего контроля успеваемости по очной форме обучения преподавателем используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности. Поэтому настоятельно рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на практических занятиях в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к практическим занятиям, к рубежным контролям, подготовку к зачету и экзамену.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.	
	Очная форма обуче- ния	
	7 семестр	8 семестр
Самостоятельное изучение тем дисциплины:		
Критерии управляемости и устойчивости	5	44
Функции водителя по принятию решения, управлению и компенсирующей деятельности момента сопротивления повороту при движении на дорогах с деформированным и недеформированным основанием	5	-
Составление матрицы Гурвица, анализ знака и значений определителя	-	10
Синтез Шапер-фильтров	-	10
Анализ конструкции перспективных машин	-	14
Подготовка к практическим занятиям	4	14
Подготовка к рубежным контролям (по 2 часа на каждый рубеж)	4	4
Подготовка к экзамену	27	-
Подготовка к зачету	-	18
	40	80
Всего:	120	

Приветствуется выполнение разделов самостоятельной работы в лабораториях и в компьютерном классе кафедры «Гусеничные машины и прикладная механика».

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности студентов в КГУ.
2. Перечень вопросов для рубежных контролей 1-4;
3. Перечень вопросов к зачету;
4. Перечень вопросов к экзамену.

6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы студентов по дисциплине

№	Наименование	Содержание						
		Вид учебной работы:	Посещение лекций	Посещение практических занятий, защита практических работ	Бонусы за активность	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Итог
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы <i>сводятся до сведения студентов на первом учебном занятии.</i>	Балльная оценка	До 16	До 24	До 6	До 12	До 12	До 30
		Примечания	8 лекций по 2 балла	8 практических занятий по 3 балла	За активность на практическом занятии. Максимум 6 баллов	на 4 контрольных занятии	на 8 практических занятии	
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и экзамена	60 и менее баллов – неудовлетворительно; 61...73 – удовлетворительно 74... 90 – хорошо; 91...100 – отлично						
3	Критерий допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	Для допуска к промежуточной аттестации (экзамену) студент должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов и должен выполнить все практические работы. Для получения экзамена «автоматически» студенту необходимо набрать за семестр следующее минимальное количество баллов – 68 с оценкой «удовлетворительно». По согласованию с преподавателем студенту, набравшему 68 баллов, могут быть добавлены дополнительные (бонусные) баллы за активное участие в научной и методической работе, оригинальность принятых решений в ходе выполнения практических работ, за участие в значимых учебных и внеучебных мероприятиях кафедры и выставлен экзамен «автоматически» с оценкой «хорошо».						
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра	В случае если к промежуточной аттестации (экзамену) набрана сумма менее 50 баллов, студенту необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, пропущенных практических работ. Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем): - выполнение и защита отчетов по пропущенным практическим занятиям (1...2 балла); - прохождение рубежного контроля (баллы в зависимости от рубежа); - реферат (до 15 баллов). Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.						

1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии).	Распределение баллов за 8 семестр						
		Вид учебной работы:	Посещение лекций	Посещение практических занятий, защита практических работ	Бонусы за активность	Рубежный контроль № 3	Рубежный контроль № 4	зачет
		Балльная оценка	До 14	До 21	До 9	До 13	До 13	До 30
	Примечания	7 лекций по 2 балла	7 практических занятий по 3 балла	За активность на практическом занятии. Максимум 9 баллов	на 3 практическом занятии	на 6 практическом занятии		
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и экзамена	60 и менее баллов – неудовлетворительно (незачтено); 61...73 – удовлетворительно (зачтено); 74... 90 – хорошо; 91...100 – отлично						
3	Критерий допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	Для допуска к промежуточной аттестации (зачету) студент должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов и должен выполнить все практические работы. Для получения зачета «автоматически» студенту необходимо набрать за семестр следующее минимальное количество баллов - 61. По согласованию с преподавателем студенту, могут быть добавлены дополнительные (бонусные) баллы за активное участие в научной и методической работе, оригинальность принятых решений в ходе выполнения практических работ, за участие в значимых учебных и внеучебных мероприятиях кафедры и выставлен зачет «автоматически».						
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра	В случае если к промежуточной аттестации (зачету) набрана сумма менее 50 баллов, студенту необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, допущенных практических работ. Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем): - выполнение и защита отчетов по пропущенным практическим занятиям (1...2 балла); - прохождение рубежного контроля (баллы в зависимости от рубежа); - реферат (до 15 баллов). Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий. Форма и объем которых определяется преподавателем.						

6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежный контроль 1 предполагает выполнение практических работ по темам 2.2.,3.2 и ответ на 1 вопрос.

Рубежный контроль 2 предполагает выполнение практических работ по темам 3.3.-3.5 и ответ на 1 вопрос.

Рубежный контроль 3 предполагает выполнение практических работ по темам 4.4.2-4.3 и ответ на 1 вопрос.

Рубежный контроль 4 предполагает выполнение практических работ по темам 4. 4.4 –4.8 и ответ на 1 вопрос.

Преподаватель оценивает в баллах результаты рубежных контролей и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

Зачет проводится в устной форме и состоит из ответа на 2 теоретических вопроса. Время, отводимое студенту на подготовку к ответу, составляет 1 астрономический час.

Экзамен проводится в устной форме и состоит из ответа на 2 теоретических вопроса. Время, отводимое студенту на подготовку к ответу, составляет 1 астрономический час.

Результаты текущего контроля успеваемости и экзамена за 7 семестр заносятся преподавателем в экзаменационную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день экзамена, а также выставляются в зачетную книжку студента.

Результаты текущего контроля успеваемости и зачета за 8 семестр заносятся преподавателем в зачетную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в конце зачетной недели, а также выставляются в зачетную книжку студента.

6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей, зачета и экзамена

Примерная тематика вопросов для подготовки к зачету

1. Методика расчета угловой скорости поворота.
2. Анализ зависимости кривизны траектории движения от угла поворота штурвала при заблокированном и разблокированном ГТ.
3. Оценка качества переходных процессов вращательного движения.
4. Определение основных параметров качества переходных процессов.
5. Оценка устойчивости неравномерного движения бгм.
6. Анализ зависимости предельной по устойчивости скорости движения бгм от ускорения.
7. Определение фазовой частотной характеристики бгм по экспериментальным данным.
8. Методика расчета цикличности включения СУП при компенсирующем управлении.
9. Прогнозирование подвижности бгм по фазовым частотным характеристикам.
10. Условие возбуждения волновых процессов в ветвях гусениц.
11. Характер вариации жесткости движителя при колебаниях корпуса бгм вокруг вертикальной оси.
12. Синтез ПИД-регулятора СУП на основе ЛАХЧ.
13. Анализ эффективности ПИД-регулятора.
14. Характеристики Шарпег-фильтров применительно к системам управления движением бгм.
15. Функциональная схема системы курсовой устойчивости бгм.
16. Алгоритм работы системы курсовой устойчивости бгм.
17. Условия возбуждения параметрических колебаний в гусеничном движителе.
18. Отстройка параметрических колебаний в гусеничном движителе.

Примерная тематика вопросов для подготовки к экзамену

1. Цель и задачи дисциплины.
2. Анализ условий движения бгм.
3. Критерии управляемости и устойчивости движения бгм.
4. Структурная схема системы «машина-водитель-внешняя среда».
5. Статическая характеристика устойчивости движения бгм в повороте.
6. Устойчивость равномерного прямолинейного движения бгм по критерию Раусса-Гурвица.
7. Анализ устойчивости движения бгм по критерию Ляпунова.
8. Метод оценки устойчивости бгм при движении с переменной скоростью.
9. Формирование дестабилизирующего момента при возбуждении волновых процессов в движителе.

10. Метод расчета периодически изменяемой жесткости движителя.
11. Метод расчета параметров ПИД-регулятора СУП бгм.
12. Анализ эффективности Shaper-фильтров в системе управления поворотом бгм.
13. Функциональная схема системы курсовой устойчивости бгм.
14. Алгоритм работы системы курсовой устойчивости бгм.
15. Анализ динамических свойств бгм, ограничивающих подвижность.
16. Синтез ПИД-регуляторов системы управления поворотом бгм и анализ его эффективности.
17. Разработка Shaper-фильтров для сокращения фазового отставания реакции бгма на управляющее воздействие.
18. Функциональная система курсовой устойчивости бгм и алгоритм ее работы.
19. Условия возбуждения параметрических колебаний в гусеничном движителе и основные направления повышения устойчивости.

Тематика рефератов для неуспевающих

- P2 Характеристика проблемы управляемости и устойчивости движения бгм
- P2.1 Критерии управляемости и устойчивости движения бгм
- P3.1 Структурная схема системы «машина-водитель-внешняя среда»
- P3.3 Зависимость момента сопротивления повороту от параметров конструкции машины и условий движения
- P3.4 Расчет условий скорости поворота и кривизны траектории с учетом буксования движителя
- P3.5 Моделирование водителя при управлении движением
- P4 Оценка устойчивости и управляемости движением бгм
- P4.1 Динамическая устойчивость вращательного движения бгм
- P4.2 Устойчивость поступательного движения линеаризованной системы по критерию Раусса-Гурвица
- P4.3 Оценка устойчивости движения бгм по критерию Ляпунова
- P4.4 Прогнозирование управляемости и скоростных качеств бгм по их динамическим свойствам
- P4.5 Стабилизация траектории движения бгм при возбуждении волновых процессов в движителе
- P4.6 Синтез ПИД-регуляторов и Shaper-фильтров для повышения управляемости и скоростных качеств бгм
- P4.7 Система курсовой устойчивости для бгм
- P4.8 Повышение устойчивости движения бгм при настройке параметрических колебаний в движении

Примерные вопросы для рубежного контроля №1

1. Модель управляющих действий водителя и обработка информации
2. Система параметров внешней среды и их формализация.
3. Критерии управляемости

Примерные вопросы для рубежного контроля №2

1. Система координат подвижная и неподвижная.
2. Расчетная схема плоско-параллельного движения машины
3. Структура математической модели движения

Примерные вопросы для рубежного контроля №3

1. Оценка устойчивости движения по критерию Раусса-Гурвина
2. Критерии управляемости бгм
3. Оценка подвижности по фазовой частотной характеристике.

Примерные вопросы для рубежного контроля №4

1. Формирование жесткости в контакте обрешиненная беговая дорожка – шина.
2. Расчет параметров ПИД-регуляторов по ЛАЧХ объекта
3. Принцип перераспределения управляющего сигнала.

6.5. Фонд оценочных средств

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

7.1.Основная литература

1. Александров Е.Е., Аврамов В.П. Основы автоматике транспортных машин. - Киев, Высшая школа, 1986. - 87с.
2. Антонов Д.А. Расчет устойчивости движения многоосных автомобилей. - М. : Машиностроение, 1984. - 164 с.
3. Антонов Д.А. Теория устойчивости движения многоосных автомобилей. - М.: Машиностроение, 1978. - 216с.
4. Благодоров А.А., Держанский В.Б. Динамика управляемого движения гусеничной машины. Курган: Изд-во КМИ, 1995. - 102 с.
5. Держанский В.Б., Тараторкин И.А. Алгоритмы управления движением транспортной машины. Монография. - Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та 2010.- 142 с.
6. Держанский В.Б., Тараторкин И.А. Динамика управляемого движения быстроходных гусеничных машин. Учебное пособие. - Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та 2014.- 78 с.
7. Красеньков В.И. Основы теории управляемости транспортных гусеничных машин. - М.: МВТУ им. Н.Э. Баумана, 1977. - 82 с.
8. Многоцелевые гусеничные и колесные машины. Теория [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.П. Бойков, В.В. Гуськов и др.; Под общ. ред. проф. В.П. Бойкова - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2012 - 543с.: - Доступ из ЭБС «znanium.com».

7.2. Дополнительная литература

1. Белоновский А.С. Электрооборудование и автоматика бронетанковой техники. Часть 1. 1972.
2. Журнал «Вестник транспортного машиностроения»
3. Топчеев Ю.И. Атлас для проектирования систем автоматического регулирования. - М.: Машиностроение, 1989. - 751 с.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

- 1 Держанский В.Б., Карпов Е.К. Динамические свойства элементов систем автоматического управления. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Управление техническими системами» для студентов специальности 190202.65 Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2013. - 21 с.
- 2 Держанский В.Б., Тараторкин И.А. Методика оценки управляемости быстроходных гусеничных машин по экспериментальным данным. Методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов специальности 190202 «Многоцелевые гусеничные и колесные машины» - Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та. 2006 - 48 с.
- 3 Держанский В.Б., Тараторкин И.А. Экспериментальное определение характеристик поворотливости быстроходной гусеничной машины на суше с использованием программно-аппаратного комплекса на базе системы глобального позиционирования. Методические указания к выполнению практических работ для студентов специальности 190202 «Многоцелевые гусеничные и колесные машины» - Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та. 2014 - 38 с.

9. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. <http://kgsu.ru/library> -
2. <http://biblioclub.ru/> - ЭБС «Университетская библиотека онлайн».

10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

При чтении лекций могут использоваться слайдовые презентации.

Минимальные требования к операционной системе и программному обеспечению компьютера, используемого при показе слайдовых презентаций: Windows XP, Foxit Reader Pro версия 1.3.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-действующие стенды объектов: 155, 172, 765; натурные образцы изделий: 172, 688; опытные образцы машин; комплекс информационно-измерительной аппаратуры; комплекс GPS (ГЛОНАСС) RACELOGIC; программное обеспечение MUXTRACE: регистрация и использование сигналов в мультиплексной сети коммуникации CAN HS; компьютерный класс, мультимедийное оборудование (переносной персональный компьютер, мультимедийный проектор, мультимедийный экран). Программные пакеты мультидисциплинарного динамического моделирования LMS Imagin.Lab Amesim, LMS Virtual.Lab.

Аннотация к рабочей программе дисциплины
«Управляемость и устойчивость транспортных машин»

образовательной программы высшего образования –
программы специалитета
23.05.02 – Транспортные средства специального назначения

Специализация № 1
Военные гусеничные и колесные машины

Трудоемкость дисциплины: 5 ЗЕ (180 академических часов)

Семестр: 7,8 (очная форма обучения)

Форма промежуточной аттестации:

7 семестр – экзамен;

8 семестр – зачет.

Содержание дисциплины

Зависимость скоростных свойств быстроходных гусеничных машин от их динамических качеств, понятия и критерии устойчивости и управляемости, математические модели системы «машина-водитель-внешняя среда», методы исследования управляемости и устойчивости движения, экспериментальные методы оценки устойчивости, основные направления повышения динамических качеств транспортных машин.