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:
Проректор по образовательной и
международной деятельности
_____ / А.А. Кирсанкин/
«____»_____ 2026 г.

Рабочая программа учебной дисциплины
ДИНАМИКА УПРАВЛЯЕМОГО ДВИЖЕНИЯ

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

Специализация
Военные гусеничные и колесные машины

Формы обучения: очная

Курган 2026

Рабочая программа дисциплины «Динамика управляемого движения» составлена в соответствии с учебным планом по программе специалитета «Транспортные средства специального назначения» («Военные гусеничные и колесные машины»), утвержденным для очной формы обучения 26.06.2026г.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Гусеничные машины и прикладная механика» 02.07.2026г., протокол № 10.

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 И.В. Григоренко

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 5 зачетных единиц трудоемкости (180 академических часов)

Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисципли-ну	Семестр	
		7	8
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов в том числе:	60	32	28
Лекции	30	16	14
Практические работы	30	16	14
Самостоятельная работа, всего часов в том числе:	120	40	80
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	экза за-мен	за-чет
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	180	72	108

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Динамика управляемого движения» относится к части формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1.

Дисциплина «Динамика управляемого движения» 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 «Динамика управляемого движения» играет важную роль в подготовке специалиста.

Освоение обучающимися дисциплины «Динамика управляемого движения» 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 «Динамика управляемого движения», являются необходимыми для освоения последующих дисциплин:

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

Обучающиеся 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.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью изучения дисциплины «Динамика управляемого движения» является подготовка специалистов, способных осуществить 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 «Динамика управляемого движения» 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).

Индикаторы и дескрипторы части соответствующей компетенции, формируемой в процессе изучения дисциплины «Динамика управляемого движения», оцениваются при помощи оценочных средств.

Планируемые результаты обучения по дисциплине «Динамика управляемого движения», индикаторы достижения компетенций ПК-1, ПК-2, ПК-3; ПК-5, перечень оценочных средств

№ п/п	Код индикатора достижения компетенции	Наименование индикатора достижения компетенции	Код планируемого результата обучения	Планируемые результаты обучения	Наименование оценочных средств
1.	ИД-$1_{ПК-1}$	Знать: состояние и перспективы развития транспортных средств специального назначения	З (ИД-$1_{ПК-1}$)	Знает: состояние и перспективы развития транспортных средств специального назначения	Вопросы для сдачи зачета, экзамена
2.	ИД-$1_{ПК-1}$	Уметь: проводить анализ состояния и перспектив развития транспортных средств специального назначения	У (ИД-$1_{ПК-1}$)	Умеет: проводить анализ состояния и перспектив развития транспортных средств специального назначения	Вопросы для сдачи зачета, экзамена
3.	ИД-$1_{ПК-1}$	Владеть: способностью анализировать состояние и перспективы развития транспортных средств специального назначения.	В (ИД-$1_{ПК-1}$)	Владеет: способностью анализировать состояние и перспективы развития транспортных средств специального назначения.	Вопросы для сдачи зачета, экзамена

4.	ИД-1$_{ПК-2}$	Знать: методы проведения теоретических и экспериментальных научных исследований по поиску и проверке новых идей совершенствования транспортных средств специального назначения	З (ИД-1$_{ПК-2}$)	Знает: методы проведения теоретических и экспериментальных научных исследований по поиску и проверке новых идей совершенствования транспортных средств специального назначения	Вопросы для сдачи зачета, экзамена
5.	ИД-1$_{ПК-2}$	Уметь: проводить теоретические и экспериментальные научные исследования по поиску и проверке новых идей совершенствования транспортных средств специального назначения	У (ИД-1$_{ПК-2}$)	Умеет: проводить теоретические и экспериментальные научные исследования по поиску и проверке новых идей совершенствования транспортных средств специального назначения	Вопросы для сдачи зачета, экзамена
6.	ИД-1$_{ПК-2}$	Владеть: способностью проводить теоретические и экспериментальные научные исследования по поиску и проверке новых идей совершенствования транспортных средств специального назначения	В (ИД-1$_{ПК-2}$)	Владеет: способностью проводить теоретические и экспериментальные научные исследования по поиску и проверке новых идей совершенствования транспортных средств специального назначения	Вопросы для сдачи зачета, экзамена
7.	ИД-1$_{ПК-3}$	Знать: техническое и организационное обеспечение исследований, анализ результатов и разработку предложений по их реализации	З (ИД-1$_{ПК-3}$)	Знает: техническое и организационное обеспечение исследований, анализ результатов и разработку предложений по их реализации	Вопросы для сдачи зачета, экзамена
8.	ИД-1$_{ПК-3}$	Уметь: проводить техническое и организационное обеспечение исследований, анализ результатов и разработку предложений по их реализации	У (ИД-1$_{ПК-3}$)	Умеет: проводить техническое и организационное обеспечение исследований, анализ результатов и разработку предложений по их реализации	Вопросы для сдачи зачета, экзамена
9.	ИД-1$_{ПК-3}$	Владеть: способностью проводить техническое и организационное обеспечение исследований, анализ результатов и разработку предложений по их реализации	В (ИД-1$_{ПК-3}$)	Владеет: способностью проводить техническое и организационное обеспечение исследований, анализ результатов и разработку предложений по их реализации	Вопросы для сдачи зачета, экзамена
10.	ИД-1$_{ПК-5}$	Знать: методы разработки конкретных вариантов решения проблем производства, модернизации и ремонта транспортных средств специального назначения, методы проведения анализа этих вариантов, методы осу-	З (ИД-1$_{ПК-5}$)	Знает: методы разработки конкретных вариантов решения проблем производства, модернизации и ремонта транспортных средств специального назначения, методы проведения анализа этих вариантов, методы осу-	Вопросы для сдачи зачета, экзамена

		ществления прогнозирования последствий, методы нахождения компромиссных решений в условиях многокритериальности и неопределенности		ществления прогнозирования последствий, методы нахождения компромиссных решений в условиях многокритериальности и неопределенности	
11.	ИД-1$_{ПК-5}$	Уметь: 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	У (ИД-1$_{ПК-5}$)	Умеет: 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	Вопросы для сдачи зачета, экзамена
12.	ИД-1$_{ПК-5}$	Владеть: способностью 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	В (ИД-1$_{ПК-5}$)	Владеет: способностью 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	Вопросы для сдачи зачета, экзамена

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	1	-
	2	Характеристика проблемы управляемости и устойчивости движения бгм	-	-
	2.1	Анализ условий движения бгм	1,5	-
	2.2	Критерии управляемости и устойчивости движения бгм	1,5	2
	3	Математическая модель управляемого движения бгм и анализ результатов имитационного моделирования	-	-
	3.1	Структурная схема системы «машина-водитель-внешняя среда»	2	4
	3.2	Обобщение расчетных схем и математических моделей движения бгм	2	2
Рубеж 2	3.3	Зависимость момента сопротивления повороту от параметров конструкции машины и условий движения	2	3
	3.4	Расчет угловой скорости поворота и кривизны траектории с учетом буксования движителя	2	2
	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 Раусса-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 Shaper-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 управляемости и устойчивости движения бгм	
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 подрессоривания. 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 Хендерсена, 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 асимметричности 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 Shaper-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 Shaper-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 Рубежный контроль 1	2 1
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 Рубежный контроль 2	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 Раусса-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 Рубежный контроль 3	1 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 Shaper-фильтров. Рубежный контроль 4	1 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
		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 обучения	
	7 семестр	8 семестр
Самостоятельное изучение тем дисциплины:	5	44
Критерии управляемости и устойчивости	5	-
Функции водителя по принятию решения, управлению и компенсирующей деятельности момента сопротивления повороту при движении на дорогах с деформированным и недеформированным основанием	-	10
Составление матрицы Гурвица, анализ знака и значений определителя	-	10
Синтез Shaper-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 обучающихся 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 обучающихся по дисциплине

<table>
<tr><th>№</th><th>Наименование</th><th colspan="7">Содержание</th></tr>
<tr><td rowspan="4">1</td><td rowspan="4">Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения обучающихся на первом учебном занятии),</td><td colspan="7">Распределение баллов за 7 семестр</td></tr>
<tr><td>Вид учебной работы:</td><td>Посещение лекций</td><td>Посещение практических занятий, защита практических работ</td><td>Бонусы за активность</td><td>Рубежный контроль №1</td><td>Рубежный контроль №2</td><td>экзамен</td></tr>
<tr><td>Балльная оценка</td><td>До 16</td><td>До 24</td><td>До 6</td><td>До 12</td><td>До 12</td><td>До 30</td></tr>
<tr><td>Примечания</td><td>8 лекций по 2 балла</td><td>6 практических работ по 4 балла</td><td>За активность на практическом занятии. Максимум 6 баллов</td><td>на 4 практическом занятии</td><td>на 8 практическом занятии</td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и экзамена</td><td colspan="7">60 и менее баллов – неудовлетворительно;
61…73 – удовлетворительно
74… 90 – хорошо;
91…100 – отлично</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Критерий допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета по дисциплине, возможность получения бонусных баллов</td><td colspan="7">Для допуска к промежуточной аттестации по дисциплине за семестр обучающийся должен набрать по итогам текущего и рубежного контролей не менее 51 балла. В случае если обучающийся набрал менее 51 балла, то к аттестационным испытаниям он не допускается.
Для получения экзамена без проведения процедуры промежуточной аттестации обучающемуся необходимо набрать в ходе текущего и рубежных контролей не менее 61 балла. В этом случае итог балльной оценки, получаемой обучающимся, определяется по количеству баллов, набранных им в ходе текущего и рубежных контролей. При этом, на усмотрение преподавателя, балльная оценка обучающегося может быть повышена за счет получения дополнительных баллов за академическую активность.
Обучающийся, имеющий право на получение оценки без проведения процедуры промежуточной аттестации, может повысить ее путем сдачи аттестационного испытания. В случае получения обучающимся на аттестационном испытании 0 баллов итог балльной оценки по дисциплине не снижается.
За академическую активность в ходе освоения дисциплины, участие в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности обучающемуся могут быть начислены дополнительные баллы. Максимальное количество дополнительных баллов за академическую активность составляет 30.
Основанием для получения дополнительных баллов являются:
- выполнение дополнительных заданий по дисциплине; дополнительные баллы начисляются преподавателем;
- участие в течение семестра в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности КГУ.</td></tr>
<tr><td>4</td><td>Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) обучающихся для получения недостающих баллов в конце семестра</td><td colspan="7">В случае если к промежуточной аттестации (экзамену) набрана сумма менее 51 балла, обучающемуся необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра.
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.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>№</td><td>Наименование</td><td colspan="7">Содержание</td></tr>
<tr><td rowspan="4">1</td><td rowspan="4">Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения обучающихся на первом учебном занятии),</td><td colspan="7">Распределение баллов за 8 семестр</td></tr>
<tr><td>Вид учебной работы:</td><td>Посещение лекций</td><td>Посещение практических занятий, защита практических работ</td><td>Бонусы за активность</td><td>Рубежный контроль № 3</td><td>Рубежный контроль № 4</td><td>зачет</td></tr>
<tr><td>Балльная оценка</td><td>До 14</td><td>До 21</td><td>До 9</td><td>До 13</td><td>До 13</td><td>До 30</td></tr>
<tr><td>Примечания</td><td>7 лекций по 2 балла</td><td>7 практических работ по 3 балла</td><td>За активность на практическом занятии. Максимум 9 баллов</td><td>на 3 практическом занятии</td><td>на 6 практическом занятии</td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и экзамена</td><td colspan="7">60 и менее баллов – неудовлетворительно (незачтено);
61…73 – удовлетворительно (зачтено);
74… 90 – хорошо;
91…100 – отлично</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Критерий допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета по дисциплине, возможность получения бонусных баллов</td><td colspan="7">Для допуска к промежуточной аттестации по дисциплине за семестр обучающийся должен набрать по итогам текущего и рубежного контролей не менее 51 балла. В случае если обучающийся набрал менее 51 балла, то к аттестационным испытаниям он не допускается.
Для получения зачета без проведения процедуры промежуточной аттестации обучающемуся необходимо набрать в ходе текущего и рубежных контролей не менее 61 балла. В этом случае итог балльной оценки, получаемой обучающимся, определяется по количеству баллов, набранных им в ходе текущего и рубежных контролей. При этом, на усмотрение преподавателя, балльная оценка обучающегося может быть повышена за счет получения дополнительных баллов за академическую активность.
Обучающийся, имеющий право на получение оценки без проведения процедуры промежуточной аттестации, может повысить ее путем сдачи аттестационного испытания. В случае получения обучающимся на аттестационном испытании 0 баллов итог балльной оценки по дисциплине не снижается.
За академическую активность в ходе освоения дисциплины, участие в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности обучающемуся могут быть начислены дополнительные баллы. Максимальное количество дополнительных баллов за академическую активность составляет 30.
Основанием для получения дополнительных баллов являются:
- выполнение дополнительных заданий по дисциплине; дополнительные баллы начисляются преподавателем;
- участие в течение семестра в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности КГУ.</td></tr>
<tr><td>4</td><td>Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) обучающихся для получения недостающих баллов в конце семестра</td><td colspan="7">В случае если к промежуточной аттестации (зачету) набрана сумма менее 51 балла, обучающемуся необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра.
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.</td></tr>
</table>

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 обучающемуся на подготовку к ответу, составляет 1 астрономический час. Каждый вопрос оценивается в 15 баллов.

Экзамен проводится в устной форме и состоит из ответа на 2 теоретических вопроса. Время, отводимое обучающемуся на подготовку к ответу, составляет 1 астрономический час. Каждый вопрос оценивается в 15 баллов.

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 обучающегося.

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 обучающегося.

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 Shaper-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 бгмна 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

Р2 Характеристика проблемы управляемости и устойчивости движения бгм

Р2.1 Критерии управляемости и устойчивости движения бгм

Р3.1 Структурная схема системы «машина-водитель-внешняя среда»

Р3.3 Зависимость момента сопротивления повороту от параметров конструкции машины и условий движения

Р3.4 Расчет условий скорости поворота и кривизны траектории с учетом буксования движителя

Р3.5 Моделирование водителя при управлении движением

Р4 Оценка устойчивости и управляемости движением бгм

Р4.1 Динамическая устойчивость вращательного движения бгм

Р4.2 Устойчивость поступательного движения линеаризованной системы по критерию Раусса-Гурвица

Р4.3 Оценка устойчивости движения бгм по критерию Ляпунова

Р4.4 Прогнозирование управляемости и скоростных качеств бгм по их динамическим свойствам

Р4.5 Стабилизация траектории движения бгм при возбуждении волновых процессов в движителе

Р4.6 Синтез ПИД-регуляторов и Shaper-фильтров для повышения управляемости и скоростных качеств бгм

Р4.7 Система курсовой устойчивости для бгм

Р4.8 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 обрезиненная 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 автоматики 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. Благонравов 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. Красненьков 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 обучающихся 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 обучающихся 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 обучающихся 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

1. ЭБС «Лань»
2. ЭБС «Консультант студента»
3. ЭБС «Znanium.com».

4. «Гарант» - справочно-правовая система

11. ДЛЯ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (далее ЭО и ДОТ) занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 6.2 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до сведения обучающихся.

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение по реализации дисциплины осуществляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данной образовательной программе.

Аннотация к рабочей программе дисциплины
«Динамика управляемого движения»

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

Специализация
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.