

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Горский государственный аграрный университет»
(ФГБОУ ВО Горский ГАУ)

Инженерный факультет
Кафедра техники и технологии наземного транспорта

2026-2027 учебный год

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Устойчивость движения колёсных машин

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

ПРОГРАММА БАКАЛАВРИАТА

Наименование направления подготовки/ специальности	Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
Направленность (профиль) <i>(при наличии)</i>	Автомобили и автомобильное хозяйство
Реквизиты федерального государственного образовательного стандарта высшего обра- зования	Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 14 декабря 2015 г. N 1470
Год начала подготовки	2021
Очная форма обучения - учебные планы по годам приема	2023,2024,2025,2026
Заочная форма обучения - учебные планы по годам приема	2024, 2025,2026
Очно-заочная форма обучения - учебные планы по годам приема	Приема нет
Номер по реестру ОП ВО ФГБОУ ВО Гор- ский ГАУ	Б-2303032016
Реквизиты решения ученого совета ФГБОУ ВО Горский ГАУ об утверждении ОП ВО	Протокол от 11 апреля 2023 г. №6
Реквизиты приказа ректора или уполномо- ченного лица об утверждении ОП ВО	Приказ врио ректора от 11 апреля 2023 г. № 85/06
Место дисциплины в структуре учебного плана	ФТД.В.02
Количество зачетных единиц	2

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

№ №	Планируемые результаты освоения образовательной программы		Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Направление воспитательной работы (для дисциплин, формирующих универсальные компетенции в соответствии с Концепцией воспитательной работы)
	Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции			
	Общепрофессиональные компетенции	ОПК-3 готовностью применять систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов		Знать: существующие методы расчета двухосных колесных машин на статическую и динамическую устойчивость; причины, приводящие к потере устойчивости колесных машин Уметь: самостоятельно оценивать степень точности существующих методов расчета устойчивости движения колесных машин; осваивать новые методы расчета двухосных колесных машин на устойчивость; разрабатывать методы расчета на устойчивость для колесных машин, которые оказались вне внимания ученых; выявлять параметры машины и опорной поверхности, влияющие на устойчивость; Владеть: - навыками критического анализа существующих методов расчета двухосных колесных машин на устойчивость; ис-	

				пользования полученных знаний о методах расчета на устойчивость и их недостатках для дальнейшего их уточнения и совершенствования, а также разработки новых методов расчета устойчивости движения колесных машин, обделенных вниманием ученых; работы со специальной литературой, в том числе и на иностранных языках.	
--	--	--	--	---	--

2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

2.1. Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности и формам обучения:

Виды учебной деятельности	Всего часов 72, в том числе часов:		
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения	
Лекционные занятия	18	4	
Практические (лабораторные, др.) занятия	нет	нет	
Самостоятельная работа	54	68	
Форма промежуточной аттестации	зачёт		

2.2. Трудоемкость дисциплины по (разделам) темам:

№№ п/п	Наименование разделов, тем						
		Очная форма обучения			Заочная форма обучения		
		Лекции	Практические (лабораторные, др.) занятия	СРС	Лекции	Практические (лабораторные, др.) занятия	СРС
1.	управляемость двухосного автомобиля	2	-	8	1	-	12
2.	устойчивость двухосного автомобиля	2	-	8	1	-	12
3.	устойчивость трицикла	4	-	16		-	16
4.	устойчивость двухколесного мотоцикла	2	-	8		-	8
5.	устойчивость мотоцикла с коляской	2	-	6		-	8
6.	устойчивость колесного трактора	4	-	8	2	-	12
	Итого	18	-	54	4	-	68

3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО РАЗДЕЛАМ (ТЕМАМ)

3.1. Содержание лекционного курса дисциплины

УПРАВЛЯЕМОСТЬ ДВУХОСНОГО АВТОМОБИЛЯ

Цели и задачи дисциплины; Геометрия рулевого управления

Поворачиваемость автомобиля

Боковой увод эластичного колеса

Силы, действующие на автомобиль в повороте

Криволинейное движение автомобиля

Колебания управляемых колес

Стабилизация управляемых колес

УСТОЙЧИВОСТЬ ДВУХОСНОГО АВТОМОБИЛЯ

Статическая устойчивость автомобиля

Движение автомобиля в повороте

Расчет устойчивости движения двухосного автомобиля

Критические скорости движения автомобиля в общем случае

Максимальный угол подъема, преодолеваемый автомобилем

Занос переднего и заднего мостов автомобиля

Потеря устойчивости при торможении автомобиля

Формирование поворачиваемости автомобиля

УСТОЙЧИВОСТЬ ТРИЦИКЛА

Критические углы косогора для трицикла

Устойчивость трицикла с передним управляемым колесом

Устойчивость трицикла с передними управляемыми колесами

Устойчивость трицикла с одиночным задним управляемым колесом

Поворот трицикла в вираже

Потеря устойчивости трицикла при торможении

Устойчивость трицикла с наклоняющимся вместе с передним колесом кузовом

Движение трицикла с наклоняющимся кузовом на вираже

Формирование устойчивости трицикла на стадии проектирования

УСТОЙЧИВОСТЬ ДВУХКОЛЕСНОГО МОТОЦИКЛА

Устойчивость движения двухколесного мотоцикла

Занос и опрокидывание мотоцикла в повороте

Занос мотоцикла при торможении

Продольное опрокидывание мотоцикла при разгоне и торможении

Условия прямолинейного движения двухколесного мотоцикла

Движение мотоцикла на заднем колесе

Устойчивость двухколесного мотоцикла в повороте с учетом бокового увода

УСТОЙЧИВОСТЬ МОТОЦИКЛА С КОЛЯСКОЙ

Устойчивость мотоцикла с коляской при повороте

Устойчивость мотоцикла с коляской при торможении

Разворачивающий момент, возникающий при торможении мотоцикла с коляской

Оптимальный привод к тормозам Атоцикла с коляской

УСТОЙЧИВОСТЬ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА

Оси опрокидывания колесных машин

Статическая устойчивость низкоклинренного и трехколесного тракторов

Устойчивость низкоклинренного трактора в повороте

Устойчивость колесного трактора с Ачающей осью при движении по плоскости

Статическая устойчивость колесных тракторов с качающейся передней осью

Динамическая устойчивость колесного трактора со стабилизацией остова

Статическая устойчивость колесного трактора со стабилизацией остова

3.2.Виды и объем самостоятельной работы

№ п/п	Вид самостоятельной работы	Объем в часах	Форма контроля
1.	Изучение отдельных теоретических тем и знакомство с нормативными документами	24	Опрос
2.	Выполнение рефератов по индивидуальным заданиям	8	Защита рефератов
3.	Изучение материалов периодических изданий автотранспортной отрасли	8	Беседа
4.	Подготовка к контрольной работе	14	Зачёт
5.	Всего часов	54	

3.3. Задания для самостоятельной работы

№ п/ п	Наименование модулей, тем	Теоретические вопросы и другие виды заданий по самостоятельной работе
	<u>Модуль № 1:</u>	
1.	УПРАВЛЯЕМОСТЬ ДВУХ-ОСНОГО АВТОМОБИЛЯ	Измерители оценки управляемости колесных машин
		Схема поворота двухосного автомобиля
		Боковой увод осей автомобиля
		Недостаточная, нейтральная и излишняя поворачиваемость
		Поворот заднего моста при крене кузова
		Креновая поворачиваемость двухосного автомобиля
		Боковой увод эластичного колеса
2.	УСТОЙЧИВОСТЬ ДВУХ-ОСНОГО АВТОМОБИЛЯ	Что понимают под потерей устойчивости?
		Критерии статической устойчивости автомобиля
		Определить расстояние между продольной осью автомобиля и центром поворота
		Динамическая устойчивость двухосного автомобиля в общем случае
		Определить влияние бокового увода колеса на устойчивость автомобиля
3.	УСТОЙЧИВОСТЬ ТРИЦИКЛА	Изобразить схему к определению критических углов косогора по сползанию и опрокидыванию
		Устойчивость трицикла с передним управляемым колесом (привести схемы, вывод расчетных формул)
	<u>Модуль № 2:</u>	
4.	УСТОЙЧИВОСТЬ ДВУХКО-ЛЕСНОГО МОТОЦИКЛА	Объяснить причины заноса и опрокидывания мотоцикла в повороте
		Причина заноса при торможении
		При каких условиях происходит продольное опрокидывание двухколесного мотоцикла?
		Условия прямолинейного движения мотоцикла
		При каких условиях возможно движение двухколесного мотоцикла на заднем колесе?
		Круговое движение мотоцикла по вертикальной стене
5.	УСТОЙЧИВОСТЬ МОТОЦИКЛА С КОЛЯСКОЙ	Силы, действующие на мотоцикл с коляской на повороте и их влияние на устойчивость движения

№ п/ п	Наименование модулей, тем	Теоретические вопросы и другие виды заданий по самостоятельной работе
		Силы, действующие на мотоцикл с коляской при торможении и их влияние на устойчивость движения
6.	УСТОЙЧИВОСТЬ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА	Оси опрокидывания и их влияние на устойчивость колесной машины Как определить ось опрокидывания колесного трактора с качающейся передней осью? Изобразить пространственную схему колесного трактора со стабилизацией остова на поперечном склоне. Показать ось опрокидывания
3.4. Тематика рефератов и докладов 1. Схема поворота двухосного автомобиля с учетом бокового увода 2. Поворачиваемость автомобиля и ее влияние на траекторию движения 3. Боковой увод эластичного колеса 4. Статические критерии устойчивости колесных машин 5. Динамические критерии устойчивости двухосных колесных машин 6. Статическая и динамическая устойчивость трицикла 7. Принципиальное отличие трицикла от квадрацикла, влияющее на устойчивость 8. Силы, действующие на двухколесный мотоцикл при движении на заднем колесе 9. Силы, действующие на двухколесный мотоцикл при движении по вогнутой поверхности вертикального цилиндра 10. Исследование причин продольного опрокидывания двухколесного мотоцикла при разгоне и торможении 11. Пространственная расчетная схема колесного трактора со стабилизацией остова на поперечном уклоне к определению его динамической устойчивости 4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 4.1. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА 1. Динамика колёсной машины комплексов: учебник / Г.И. Мамити, М.С.Льянов— Владикавказ: Издательство ФГБОУ ВО «Горский госагроуниверситет», 2019. — 176 с. — ISBN 978-5-906647-66-5. 2. Проектирование наземных транспортно-технологических машин и комплексов : учебник / В. В. Беляков, В. Е. Колотилин, В. С. Макаров [и др.] ; под ред. В. В. Белякова. — Москва : КноРус, 2021. — 448 с. — ISBN 978-5-406-02063-0. — URL: https://book.ru/book/939022 (дата обращения: 09.10.2023). — Текст: электронный.		

3. Сафиуллин, Р. Н. Конструкция, расчет и эксплуатационные свойства транспортных и транспортно-технологических машин : учебник / Р. Н. Сафиуллин, М. А. Керимов, Д. Х. Валеев. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 484 с. — ISBN 978-5-8114-3671-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206231> (дата обращения: 06.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Николаев, С. В., Моделирование систем и процессов : учебник / С. В. Николаев. — Москва : КноРус, 2023. — 223 с. — ISBN 978-5-406-11256-4. — URL: <https://book.ru/book/948332> (дата обращения: 09.10.2023). — Текст : электронный.

4.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Мамити Г.И. Теория движения двухосной колесной машины. Управляемость и устойчивость: Учебник для ВУЗов. / Г.И. Мамити. – Владикавказ: Изд-во ФГБОУ ВПО «Горский госагроуниверситет», 2012. – 216 с.
2. Мамити, Г. И. Устойчивость колесного трактора и автомобиля: монография / Г. И. Мамити, С. Х. Плиев. – Владикавказ: ООО НПКи «Мавр», 2013. – 152 с.
3. Сладкова, Л. А. Исследования и испытания наземного транспорта : учебно-методическое пособие / Л. А. Сладкова, А. Н. Неклюдов. — Москва : РУТ (МИИТ), 2019. — 49 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/175584> (дата обращения: 06.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Струков, Ю. В. Современные проблемы и направления развития технологий применения транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования : учебное пособие / Ю. В. Струков, В. А. Зеликов, В. В. Разгоняева. — Воронеж : ВГЛТУ, 2018. — 123 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118682> (дата обращения: 06.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Бояршинов, М. Г., Методология теоретического и экспериментального исследований транспортных и технологических машин : учебник / М. Г. Бояршинов. — Москва : Русайнс, 2022. — 310 с. — ISBN 978-5-466-02037-3. — URL: <https://book.ru/book/947176> (дата обращения: 09.10.2023). — Текст : электронный.

4.3. СОСТАВ ЛИЦЕНЗИОННОГО И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

1. Microsoft Windows 7 Pro
2. Moodle 3.8

4.4. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ, ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

электронные ресурсы, доступ к которым подтвержден договорами и возможен из научной библиотеки Горского ГАУ:

1. Национальная электронная библиотека (НЭБ), <http://нэб.пф.viewers>, договор № 101/нэб/1712 от 12.01.2022 г. сроком действия от 12.01.2022 г. (автоматически лонгируется).
2. Система автоматизации библиотек ИРБИС64, портал технической поддержки <http://support.open4u.ru>, договор № А-11277 от 11.11.2022 г., сроком действия 01.12.2022 г. - 30.11.2023г.
3. Электронная библиотечная система BOOK.ru, <http://www.book.ru>, договор № 18511519 от 11.09.2023 г. сроком действия 19.09.2023 г. – 19.09.2024 г.
4. Электронная библиотечная система (ЭБС) издательства «Лань», www.e.lanbook.ru, договор № 1-24/2023 от 13.07.2023 г. сроком действия 01.09.2023 г. – 02.09.2024 г.
5. «Сетевая электронная библиотека аграрных вузов», www.e.lanbook.ru, договор № СЭБ НБ-169 от 23.12.2019, сроком действия 23.12.2019 г. (автоматически лонгируется).
6. Федеральный портал «Российское образование» (<https://www.edu.ru/>)

5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ

В распоряжении кафедры имеются лекционные аудитории на 54 и 66 рабочих мест, класс для практических занятий на 42 рабочих места и компьютерный класс на 10 ПК.

В процессе обучения используются:

1. Мультимедийный проектор, интерактивная доска, компьютеры
2. Курс лекций
3. Слайды, видеофильмы, видеоролики.
4. Музей истории Горского ГАУ

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

6.1. Вопросы по текущему контролю, в соответствии с изучаемой дисциплиной

Модуль № 1

1. Управляемость автомобиля, измерители оценки управляемости
2. Геометрия рулевого управления
3. Геометрия поворота двухосного автомобиля
4. Схема поворота двухосного автомобиля и действующие силы
5. Поворачиваемость автомобиля
6. Поворот заднего моста при крене кузова
7. Креновая поворачиваемость двухосного автомобиля
8. Увод колеса при наклоне
9. Влияние конструкции подвески на наклон колеса автомобиля
10. Боковой увод эластичного колеса
11. Схема качения эластичного колеса при уводе
12. Зависимость угла увода от боковой силы
13. Силы, действующие на автомобиль в повороте
14. Схема для определения ускорения центра масс автомобиля на повороте
15. Силы и моменты, действующие на двухосной автомобиль при повороте
16. Определение центра крена по кинематике подвески
17. Определение плеча крена автомобиля
18. Крен кузова автомобиля при повороте
19. Криволинейное движение автомобиля
20. Колебания управляемых колес
21. Схема возникновения колебаний автомобильных колес
22. Силы, действующие на неуравновешенное колесо
23. Возбуждение колебаний при дисбалансе колес автомобиля
24. Перемещение колес и моста автомобиля при автоколебаниях управляемых колес
25. Стабилизация управляемых колес
26. Стабилизация управляемых колес за счет поперечного наклона шкворня
27. Стабилизация управляемых колес за счет продольного наклона шкворня и эластичности шин
28. Развал и сходжение управляемых колес
29. Влияние плеча обкатки на движение автомобиля при торможении в случае обрыва одного из контуров при положительном и отрицательном плече
30. Устойчивость двухосного автомобиля
31. Статическая устойчивость автомобиля
32. Схема к определению статических критериев устойчивости автомобиля
33. Движение автомобиля в повороте
34. Расчет устойчивости движения двухколесного автомобиля
35. Крен кузова и поперечная деформация шин автомобиля при повороте
36. Критические скорости движения автомобиля в общем случае
37. Силы, действующие на автомобиль в повороте на вираже
38. Максимальный угол подъема, преодолеваемый автомобилем
39. Занос переднего и заднего мостов автомобиля
40. Схема выхода мостов автомобиля из заноса
41. Потеря устойчивости при торможении автомобиля
42. Потеря устойчивости автомобиля при отказе одного заднего или переднего тормоза
43. Схема заноса автомобиля при блокировке заднего моста

44. Формирование поворачиваемости автомобиля
45. Схема криволинейного движения автомобиля с нейтральной поворачиваемостью
46. Схема прямолинейного движения автомобиля с нейтральной поворачиваемостью
47. Схема движения автомобиля с недостаточной и излишней поворачиваемостью

Модуль № 2

1. Устойчивость движения двухколесного мотоцикла
2. Причина потери устойчивости двухколесным мотоциклом
3. Занос мотоцикла в повороте
4. Опрокидывание мотоцикла в повороте
5. Занос мотоцикла при торможении
6. Продольное определение мотоцикла при разгоне и торможении
7. Силы, действующие на мотоцикле при торможении
8. Условия прямолинейного движения мотоцикла
9. Силы, действующие на управляемое колесо при наклоне мотоцикла
10. Движение мотоцикла на заднем колесе
11. Устойчивость двухколесного мотоцикла в повороте с учетом бокового увода
12. Устойчивость мотоцикла с коляской в повороте
13. Устойчивость мотоцикла с коляской при торможении
14. Разворачивающий момент, возникающий при торможении мотоцикла с коляской
15. Оптимальный привод к тормозам мотоцикла с коляской
16. Устойчивость колесного трактора
17. Оси опрокидывания колесных машин
18. Статическая устойчивость низкоклиренсного трактора
19. Статическая устойчивость трехколесного трактора
20. Силы, действующие на трактор при пребывании на косогоре
21. Устойчивость колесного трактора с качающейся осью
22. Пространственная расчетная схема трактора с качающейся осью
23. Статическая устойчивость колесного трактора с качающейся передней осью
24. Динамическая устойчивость колесного трактора со стабилизацией остова
25. Статическая устойчивость колесного трактора со стабилизацией остова

6.2.Перечень оценочных средств

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	2	3	4
1	Контрольная работа	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде письменных ответов на вопросы	Вопросы по темам/разделам дисциплины

		преподавателя.	
2	Доклад, сообщение, реферат	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению изученных материалов, полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов, сообщений: 1. Схема поворота двухосного автомобиля с учетом бокового увода 2. Поворачиваемость автомобиля и ее влияние на траекторию движения 3. Боковой увод эластичного колеса 4. Статические критерии устойчивости колесных машин 5. Динамические критерии устойчивости двухосных колесных машин 6. Статическая и динамическая устойчивость трицикла 7. Принципиальное отличие трицикла от квадрацикла, влияющее на устойчивость 8. Силы, действующие на двухколесный мотоцикл при движении на заднем колесе 9. Силы, действующие на двухколесный мотоцикл при движении по вогнутой поверхности вертикального цилиндра 10. Исследование причин продольного опрокидывания двухколесного мотоцикла при разгоне и торможении 11. Пространственная расчетная схема колесного трактора со стабилизацией остова на поперечном уклоне к определению его динамической устойчивости
3	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины (приведены в разделе 6.1)

6.3. Методика оценки знаний студентов по дисциплине завершающейся зачётом

Зачеты по дисциплине проставляются по результатам текущей успеваемости, а также на основе выполненных ими докладов, рефератов или выступлений. Если дисциплина завершающаяся зачетом, она оценивается по результатам текущей успеваемости и контрольных мероприятий (модулей) по лекционному курсу, и выставляется зачёт или не-зачет.

6.4. Порядок пересдачи и отработки контрольных мероприятий.

Неявка студента на *текущий* или *промежуточный* контроль в установленный срок рассматривается с учетом представленных оправдательных документов.

Для студентов, пропустивших *контрольные мероприятия по уважительной* причине, подтвержденной документально, и имеющих направление деканата, кафедрой устанавливаются дополнительные дни для отчетности.

Пересдача *промежуточного* контрольного мероприятия в течение семестра в случае неявки на него без уважительной причины проводится с разрешения декана.

Необходимость или возможность пересдачи в течение семестра текущего контроля в случае неявки на него без уважительной причины, определяется кафедрой.