

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Прикладная механика автотранспортных и беспилотных средств»

Направление подготовки 23.03.03 Эксплуатация
транспортно-технологических машин и комплексов

Профиль Эксплуатация, безопасность и техническая экспертиза
автотранспортных и беспилотных средств

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2026

Воронеж 2026

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Расширение и углубление знаний в области механики транспортно-технологических машин, на примере автотранспортных и беспилотных средств.

1.2. Задачи освоения дисциплины

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Прикладная механика автотранспортных и беспилотных средств» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Прикладная механика автотранспортных и беспилотных средств» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-4 - Способен разрабатывать конструкции и знать особенности эксплуатации автотранспортных и беспилотных средств

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-4	Знать основные принципы построения конструкций автотранспортных и беспилотных средств
	Уметь проводить исследования в области эксплуатации автотранспортных и беспилотных средств
	Владеть основами расчёта автотранспортных и беспилотных средств

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Прикладная механика автотранспортных и беспилотных средств» составляет 6 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
Аудиторные занятия (всего)	90	90
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	99	99

Курсовая работа	+	+
Часы на контроль	27	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	216	216
зач.ед.	6	6

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		7
Аудиторные занятия (всего)	14	14
В том числе:		
Лекции	6	6
Практические занятия (ПЗ)	6	6
Лабораторные работы (ЛР)	2	2
Самостоятельная работа	193	193
Курсовая работа	+	+
Часы на контроль	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	216	216
зач.ед.	6	6

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Основы статики, кинематики и динамики автотранспортных средств (АТС)	Основные принципы классической механики применительно к конструкциям транспортных средств. Составление расчетных схем, анализ равновесия и движения узлов, агрегатов и всей машины в целом под действием различных нагрузок	6	6	4	16	32
2	Анализ и синтез механизмов АТС	Общие методы расчета и принципы проектирования, применяемые при создании машин. Структурный, кинематический и динамический анализ типовых механизмов, используемых в конструкциях автомобилей (рычажных, зубчатых, кулачковых и др.), а также их синтез для обеспечения заданных эксплуатационных характеристик	6	6	4	16	32
3	Основы механики деформируемого твердого тела	Прочность и жесткость элементов конструкций: расчеты на растяжение/сжатие, кручение, изгиб; анализ напряженно-деформированного состояния (НДС) типовых элементов АТС; основы теорий прочности; введение в расчеты на усталость и долговечность.	6	6	4	16	32

4	Теория колебаний и динамика автотранспортных средств	Вибрационная безопасность и устойчивость движения. Собственные и вынужденные колебания в системах автомобиля, причины их возникновения и методы борьбы с ними. Устойчивость движения и управляемости как классических, так и беспилотных транспортных средств, а также плавности хода.	6	6	2	16	30
5	Механика беспилотных наземных транспортных средств (БНТС)	Моделирование движения колесных и гусеничных машин, выполняющих задачи без участия человека. Принципы GPS-навигации, движение по реперным точкам, построение и реализация алгоритмов управления в бортовых контроллерах. Взаимодействие двигателя с опорной поверхностью, оценка проходимости и энергоэффективности беспилотных платформ.	6	6	2	18	32
6	Прикладные методы расчета и компьютерное моделирование	Применение специализированного программного обеспечения для расчетов узлов и агрегатов (CAE-системы). Моделирование динамики и кинематики механических систем. Основы конечно-элементного анализа (МКЭ) для оценки прочности конструкций.	6	6	2	17	31
Итого			36	36	18	99	189

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Основы статики, кинематики и динамики автотранспортных средств (АТС)	Основные принципы классической механики применительно к конструкциям транспортных средств. Составление расчетных схем, анализ равновесия и движения узлов, агрегатов и всей машины в целом под действием различных нагрузок	2	-	-	32	34
2	Анализ и синтез механизмов АТС	Общие методы расчета и принципы проектирования, применяемые при создании машин. Структурный, кинематический и динамический анализ типовых механизмов, используемых в конструкциях автомобилей (рычажных, зубчатых, кулачковых и др.), а также их синтез для обеспечения заданных эксплуатационных характеристик	2	-	1	32	35
3	Основы механики деформируемого твердого тела	Прочность и жесткость элементов конструкций: расчеты на растяжение/сжатие, кручение, изгиб; анализ напряженно-деформированного состояния (НДС) типовых элементов АТС; основы теорий прочности; введение в расчеты на усталость и долговечность.	2	-	-	32	34
4	Теория колебаний и динамика автотранспортных средств	Вибрационная безопасность и устойчивость движения. Собственные и вынужденные колебания в системах автомобиля, причины их возникновения и методы борьбы с ними. Устойчивость движения и управляемости как классических, так и беспилотных транспортных средств, а также плавности хода.	-	2	-	32	34
5	Механика беспилотных	Моделирование движения колесных и	-	2	-	32	34

	наземных транспортных средств (БНТС)	гусеничных машин, выполняющих задачи без участия человека. Принципы GPS-навигации, движение по реперным точкам, построение и реализация алгоритмов управления в бортовых контроллерах. Взаимодействие движителя с опорной поверхностью, оценка проходимости и энергоэффективности беспилотных платформ.					
6	Прикладные методы расчета и компьютерное моделирование	Применение специализированного программного обеспечения для расчетов узлов и агрегатов (CAE-системы). Моделирование динамики и кинематики механических систем. Основы конечно-элементного анализа (МКЭ) для оценки прочности конструкций.	-	2	1	33	36
Итого			6	6	2	193	207

5.2 Перечень лабораторных работ

№ п/п	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость (час)
1	Анализ трибологических характеристик материалов в узлах трения автомобиля	4/-
2	Исследование типовых механизмов автомобиля (кривошипно-шатунного, газораспределительного и др.).	4/1
3	Определение параметров колебаний элементов подвески и трансмиссии	4/-
4	Моделирование и анализ НДС деталей (например, шатуна или рычага подвески) в CAD/CAE-системах	6/1

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 4 семестре для очной формы обучения, в 7 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Прочностной расчет и анализ напряженно-деформированного состояния деталей и узлов автотранспортных и беспилотных средств»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- составление расчётной схемы и кинематический анализ,
- определение действующих сил,
- расчет на сжатие/растяжение и изгиб,
- проверку запаса прочности

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ

ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-4	Знать основные принципы построения конструкций автотранспортных и беспилотных средств	Знает основные принципы построения конструкций автотранспортных и беспилотных средств	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь проводить исследования в области эксплуатации автотранспортных и беспилотных средств	Умеет проводить исследования в области эксплуатации автотранспортных и беспилотных средств	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть основами расчёта автотранспортных и беспилотных средств	Владеет основами расчёта автотранспортных и беспилотных средств	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 4 семестре для очной формы обучения, 7 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-4	Знать основные принципы построения конструкций автотранспортных и беспилотных средств	Тест, экзамен	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь проводить исследования в области эксплуатации автотранспортных и беспилотных средств	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть основами	Решение прикладных	Задачи решены в	Продемонстрирован верный	Продемонстрирован верный	Задачи не решены

	расчёта автотранспортных и беспилотных средств	задач в конкретной предметной области	полном объеме и получены верные ответы	ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	ход решения в большинстве задач	
--	---	---------------------------------------	--	--	---------------------------------	--

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Какая пара сил действует на ведущий мост заднеприводного автомобиля со стороны карданного вала и со стороны дороги при установившемся движении?

- А. Только крутящий момент от двигателя.
- Б. Крутящий момент от двигателя и реактивный момент со стороны дороги, равный моменту сопротивления качению.
- В. Крутящий момент от двигателя и реактивный момент на корпусе главной передачи, стремящийся повернуть мост в направлении, противоположном вращению колес.
- Г. Момент отсутствует, так как система находится в равновесии.

2. Каково основное назначение маховика в кривошипно-шатунном механизме (КШМ) двигателя внутреннего сгорания?

- А. Увеличение максимальной мощности двигателя.
- Б. Снижение степени неравномерности вращения коленчатого вала и накопление кинетической энергии для совершения вспомогательных тактов.
- В. Уравновешивание центробежных сил инерции вращающихся масс.
- Г. Гашение крутильных колебаний в трансмиссии.

3. При расчете полуоси автомобиля на прочность, какое сочетание внутренних силовых факторов является определяющим для ведущего моста?

- А. Только растяжение-сжатие от веса автомобиля.
- Б. Только изгиб от вертикальной нагрузки.
- В. Совместное действие кручения (от передаваемого момента) и изгиба (от вертикальной реакции и боковых сил).
- Г. Срез от действия поперечных сил в шлицевом соединении.

4. Что произойдет с частотой собственных вертикальных колебаний поддрессоренной массы автомобиля, если увеличить жесткость пружин подвески, оставив массу неизменной?

- А. Частота уменьшится.
- Б. Частота увеличится.
- В. Частота не изменится, изменится только амплитуда.
- Г. Частота начнет хаотично меняться.

5. Какой тип зубчатой передачи преимущественно используется в главной передаче легкового переднеприводного автомобиля для изменения направления вращения на 90 градусов и увеличения крутящего момента?

- А. Цилиндрическая прямозубая передача.
- Б. Червячная передача.
- В. Гипоидная передача.
- Г. Цепная передача.

6. Беспилотная колесная платформа с дифференциальным приводом (два независимых ведущих колеса по бокам) должна выполнить разворот на месте на 180

градусов. Какое сочетание команд на приводы колес обеспечит данный маневр с минимальным радиусом разворота?

- А. Оба колеса вращаются вперед с разной скоростью.
- Б. Одно колесо заторможено, второе вращается.
- В. Одно колесо вращается вперед, второе вращается назад с той же скоростью.
- Г. Колеса не могут вращаться в разные стороны, требуется рулевая трапеция.

7. Для чего при моделировании напряженно-деформированного состояния детали в САЕ-системе (например, Ansys или Компас-3D APM FEM) используется операция создания конечно-элементной сетки (сетки КЭ)?

- А. Для придания детали красивого внешнего вида.
- Б. Для разбиения непрерывной геометрической модели на дискретные элементы, в узлах которых будут вычисляться перемещения и напряжения.
- В. Для автоматического создания чертежа детали.
- Г. Для проверки пересечений и коллизий в сборке.

8. Автомобиль движется с постоянной скоростью по прямолинейному горизонтальному участку пути. Как соотносятся между собой сила тяги на ведущих колесах (F_t) и суммарная сила сопротивления движению ($F_{сопр}$)?

- А. F_t существенно больше $F_{сопр}$ (для запаса по динамике).
- Б. F_t равна $F_{сопр}$.
- В. F_t меньше $F_{сопр}$ (автомобиль движется по инерции).
- Г. Сила тяги не зависит от сопротивления движению.

9. Какой вид деформации испытывает преимущественно витая цилиндрическая пружина подвески автомобиля при вертикальном нагружении?

- А. Деформация изгиба витков.
- Б. Деформация растяжения витков.
- В. Деформация кручения проволоки, из которой она изготовлена.
- Г. Деформация среза витков.

10. В чем заключается основная опасность явления резонанса для конструкции датчика, установленного на кузове беспилотного автомобиля?

- А. В увеличении потребления электроэнергии датчиком.
- Б. В резком возрастании амплитуды колебаний датчика, что может привести к механическому разрушению его кронштейна или к искажению получаемых данных.
- В. В отключении датчика системой самодиагностики.
- Г. В нагреве корпуса датчика.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Какую функцию в двигателе внутреннего сгорания выполняет кривошипно-шатунный механизм?

- А. Преобразует тепловую энергию в электрическую.
- Б. Преобразует вращательное движение коленчатого вала в возвратно-поступательное движение поршня и наоборот.
- В. Регулирует подачу топливно-воздушной смеси в цилиндр.
- Г. Обеспечивает охлаждение цилиндропоршневой группы.

2. Какое явление возникает при движении автомобиля на повороте, если центробежная сила превышает силу сцепления колес с дорогой в поперечном направлении?

- А. Клевов при торможении.
- Б. Галопирование.
- В. Занос или снос осей.
- Г. Резонанс подвески.

3. Чем принципиально отличается ось от вала в конструкции транспортного средства?

- А. Ось всегда неподвижна, а вал всегда вращается.
- Б. Ось передает только крутящий момент, а вал - только изгибающий.
- В. Ось не передает крутящий момент, а служит только опорой для вращающихся деталей; вал передает крутящий момент и вращается.
- Г. Ось изготавливается только из чугуна, а вал - только из стали.

4. По какой теории прочности (гипотезе) принято рассчитывать валы редукторов беспилотных платформ, изготовленные из пластичных легированных сталей, при совместном действии изгиба и кручения?

- А. Теория наибольших нормальных напряжений (I).
- Б. Теория наибольших линейных деформаций (II).
- В. Теория наибольших касательных напряжений (III) или энергетическая теория (IV).
- Г. Теория Мора для хрупких материалов .

5. С какой целью в конструкцию подвески современных беспилотных автомобилей, помимо упругих элементов (пружин/рессор), вводят амортизаторы?

- А. Для увеличения жесткости подвески при перевозке тяжелых грузов
- Б. Для гашения резонансных колебаний кузова и быстрого рассеивания энергии колебаний
- В. Для увеличения клиренса (дорожного просвета)
- Г. Для подруливания задних колес в повороте

6. Какую основную задачу выполняет дифференциал в ведущем мосту автомобиля или колесного робота?

- А. Увеличивает крутящий момент в два раза.
- Б. Позволяет правому и левому ведущим колесам вращаться с разными угловыми скоростями при движении по криволинейной траектории
- В. Переключает передачи в автоматическом режиме.
- Г. Соединяет двигатель с колесами при включении полного привода.

7. Какой фундаментальный закон механики жидкости и газа лежит в основе работы гидравлического привода тормозов и гидроусилителя руля?

- А. Закон сохранения энергии (уравнение Бернулли) .
- Б. Закон Архимеда.
- В. Закон Паскаля (давление в замкнутом объеме передается одинаково во все стороны).
- Г. Уравнение неразрывности струи.

8. Что характеризует параметр «передаточное число» (U) в механической трансмиссии?

- А. КПД зубчатого зацепления.
- Б. Отношение числа зубьев ведомого колеса к числу зубьев ведущего, или отношение частоты вращения входного вала к выходному.
- В. Межосевое расстояние между валами.
- Г. Модуль зубчатого колеса.

9. Какая сила из перечисленных является главной движущей силой для разгона

транспортного средства?

- А. Сила инерции поступательно движущихся масс.
- Б. Сила сопротивления воздуха.
- В. Сила тяжести.
- Г. Касательная сила тяги, возникающая в пятне контакта ведущего колеса с дорогой.

10. Что означает понятие «коэффициент сцепления ϕ » (ϕ) применительно к взаимодействию колеса с опорной поверхностью?

- А. Отношение площади пятна контакта к площади проекции шины.
- Б. Отношение максимально возможной силы сцепления (трения покоя) в продольном или поперечном направлении к нормальной реакции на колесе.
- В. Коэффициент, учитывающий потери на качение шины.
- Г. Коэффициент износа протектора.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Автомобиль массой $m=1500 \text{ кг}$ стоит на горизонтальной поверхности. Расстояние между осями (база) $L=2,7 \text{ м}$. Центр масс расположен на расстоянии $a=1,2 \text{ м}$ от передней оси.

Определите величину нормальной реакции на задней оси (R_2) в ньютонах (принять $g \approx 9.81 \text{ м/с}^2$).

Варианты ответа:

- А. 7350 Н.
- Б. 6540 Н.
- В. 8170 Н.
- Г. 5880 Н.

2. Коленчатый вал двигателя вращается с частотой $n=3000 \text{ об/мин}$. Радиус кривошипа $r=0,05 \text{ м}$.

Определите максимальную скорость поршня (в м/с) без учета конечной длины шатуна (приближение бесконечно длинного шатуна).

Справочно: $\pi \approx 3,14$

Варианты ответа:

- А. 7,85 м/с.
- Б. 15,7 м/с.
- В. 23,6 м/с.
- Г. 31,4 м/с.

3. Болт М12 крепления колеса затянут с силой предварительной затяжки $F_0=30 \text{ кН}$. Внутренний диаметр резьбы болта $d_1=10 \text{ мм}$.

Чему равно напряжение растяжения в стержне болта (в МПа)?

Принять $\pi \approx 3,14$.

Варианты ответа:

- А. 95 МПа.
- Б. 210 МПа.
- В. 382 МПа.
- Г. 480 МПа.

4. Автомобиль движется со скоростью $v_0=72 \text{ км/ч}$ по горизонтальной дороге.

Коэффициент сцепления шин с дорогой $\phi=0,7$.

Каков минимальный тормозной путь (в метрах) при экстренном торможении с блокировкой всех колес?

Ускорение свободного падения $g=9,8 \text{ м/с}^2$.

Варианты ответа:

- А. 20,4 м.
- Б. 29,1 м.
- В. 36,7 м.
- Г. 41,2 м.

5. Поддрессоренная масса, приходящаяся на одно колесо, $m=400$ кг. Жесткость пружины подвески $c=25$ кН/м.

Определите собственную частоту вертикальных колебаний f (в Гц) без учета демпфирования.

Принять $\pi \approx 3,14$

Варианты ответа:

- А. 0,8 Гц.
- Б. 1,26 Гц.
- В. 2,5 Гц.
- Г. 3,98 Гц.

6. Беспилотная колесная платформа с дифференциальным приводом имеет ширину колеи (расстояние между центрами ведущих колес) $B=0,6$ м. Радиус ведущего колеса $R_k=0,15$ м.

Для выполнения разворота на месте левое колесо вращается вперед с угловой скоростью $\omega_1=10$ рад/с, а правое – назад с той же по модулю скоростью.

Чему равен радиус поворота платформы (расстояние от центра платформы до мгновенного центра поворота) в метрах?

Варианты ответа:

- А. 0 м.
- Б. 0,15 м.
- В. 0,3 м.
- Г. 0,6 м

7. В червячном редукторе рулевого механизма крутящий момент на входном валу $M_{вх}=25$ Н·м. Передаточное число $u=20$. КПД передачи $\eta=0,7$.

Чему равен крутящий момент на выходном валу (в Н·м)?

Варианты ответа:

- А. 350 Н·м.
- Б. 500 Н·м.
- В. 280 Н·м.
- Г. 714 Н·м.

8. Стальной вал трансмиссии передает крутящий момент $M_k=600$ Н·м. Диаметр вала $d=40$ мм.

Определите максимальное касательное напряжение в сечении вала (в МПа).

Принять $\pi \approx 3,14$.

Варианты ответа:

- А. 19,1 МПа.
- Б. 38,2 МПа.
- В. 47,7 МПа.
- Г. 76,4 МПа.

9. Автомобиль массой $m=2000$ кг движется на подъем с уклоном 5% (что соответствует углу $\alpha \approx 2,86^\circ$, $\sin \alpha \approx 0,05$) со скоростью $v=54$ км/ч.

Какая мощность (в кВт) затрачивается только на преодоление силы сопротивления

подъему?

$g=9,8 \text{ м/с}^2$.

Варианты ответа:

А. 7,35 кВт.

Б. 14,7 кВт.

В. 22,1 кВт.

Г. 29,4 кВт.

10. В планетарном ряду коробки передач солнечная шестерня имеет $z_s=30$ зубьев, эпицикл (коронная шестерня) – $z_r=90$ зубьев.

Чему равно передаточное отношение от солнечной шестерни к водилу при заторможенном эпицикле (режим понижающей передачи)?

Варианты ответа:

А. 3.

Б. 4.

В. 0,25.

Г. 0,75.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

Вот сокращённые формулировки вопросов с сохранением исходного смысла и нумерации:

1. Что такое главный вектор и главный момент системы сил? Условия равновесия твёрдого тела. Определение реакций опор балки моста от веса кузова и тягового усилия.

2. Связь скорости автомобиля и частоты вращения колеса. Отличие геометрического радиуса от радиуса качения на мягком грунте.

3. Где в автомобиле возникает ускорение Кориолиса? Причина появления гироскопического момента при одновременном повороте и вращении колеса.

4. Уравнение баланса мощностей при разгоне. Назначение коэффициента учёта вращающихся масс (δ) в расчёте разгона.

5. Объяснение «клевка» кузова при резком торможении с помощью принципа Даламбера. Дополнительные нагрузки в подвеске при этом.

6. Структурный анализ двухрычажной подвески: класс и порядок группы Ассура, указать стойку, кривошип и шатун.

7. Мгновенный центр крена и центр крена кузова. Влияние их расположения на устойчивость в повороте.

8. Требования к профилю кулачка распределителя для быстрого и безударного открытия клапана.

9. Вычисление передаточного числа планетарной передачи при остановленной солнечной шестерне. Удобство таких механизмов для АКПП.

10. Задача синтеза рулевой трапеции. Выбор угла наклона рычагов для уменьшения износа шин в поворотах.

11. Внутренние силовые факторы в лонжеронной раме при наезде

одного колеса на кочку. Самое опасное сочетание усилий для сварного шва.

12. Неприменимость формул для круглого вала к расчёту торсионов квадратного сечения. Расположение наибольших напряжений при кручении такого стержня.

13. Осевой и центробежный моменты инерции. Причина большей жёсткости закрытого коробчатого профиля по сравнению с открытым швеллером.

14. Место начала усталостного выкрашивания (питтинга) в подшипнике качения и причина его возникновения не на поверхности.

15. Суть энергетической теории прочности. Причина её применения при расчёте валов из пластичной стали.

16. Уравнение свободных колебаний кузова на пружине. От чего зависит и в каких пределах должна лежать частота собственных колебаний.

17. Резонанс в подвеске. Причина возникновения «галопирования» даже на ровной дороге.

18. Назначение амортизатора. Почему сопротивление при ходе отбоя больше, чем при сжатии.

19. Динамическая модель крутильных колебаний трансмиссии: массы и упругие звенья. Роль демпфера в диске сцепления.

20. «Рыскание» (Yaw) беспилотного автомобиля на неровностях и его опасность для навигации даже при малых углах.

21. Устройство подвески с изменяемым дорожным просветом. Примеры конструкций с пневмобаллонами или гидропневматикой.

22. Передачи в электроусилителях руля без механической связи (Steer-by-Wire). Важность необратимости редуктора при отказе питания.

23. Особенности нагружения ступицы и подшипников в мотор-колесе. Влияние увеличенной неподрессоренной массы на долговечность шин и дороги.

24. Сравнение механизмов (реечных, цепных, гидравлических) для поворота полурам роботизированного шасси и обоснование выбора.

25. Причины повышенных требований к жёсткости и отсутствию люфтов в рулевой трапеции беспилотных машин по сравнению с обычными.

26. Суть метода конечных элементов (МКЭ). Типы элементов (стержни, оболочки, объёмы) для расчёта рамы из гнутого профиля.

27. Топологическая оптимизация кронштейна. Изменение формы детали при изготовлении 3D-печатью вместо фрезерования.

28. Программы для анализа движения подвески (MBD). Параметры колёс (развал, сходжение), рассчитываемые в них, и их влияние на управление беспилотником.

29. Расчёт запаса прочности при переменных нагрузках (асимметричный цикл) с использованием диаграмм Смита или Хейга.

30. Цель модального анализа рамы в CAD/CAE. Необходимость проверки сходимости сетки МКЭ и сравнения с аналитическими решениями.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит 2 вопроса.

Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если:

- Студент демонстрирует небольшое понимание экзаменационных вопросов и заданий. Многие требования, предъявляемые к ним не выполнены.*
- Студент демонстрирует непонимание экзаменационных вопросов и заданий.*
- У студента нет ответа на экзаменационные вопросы и задания. Не было попытки их выполнить.*

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если:

- В основном правильные и конкретные, без грубых ошибок ответы на экзаменационные вопросы при неточностях и несущественных ошибках в освещении отдельных положений.*

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если:

- У студента последовательные, правильные, конкретные ответы на вопросы экзаменационного билета; при отдельных несущественных неточностях.*

4. Оценка «Отлично» ставится, если:

- У студента логически последовательные, содержательные, полные, правильные и конкретные ответы на все вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы; использование в необходимой мере в ответах на вопросы материалов всей рекомендованной литературы.*

При проведении экзамена допускается замена одного из теоретических вопросов билета практическими заданиями в виде тест-вопросов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основы статики, кинематики и динамики автотранспортных средств (АТС)	ПК-4	Тест, защита лабораторных работ, защита курсовой работы, вопросы к экзамену
2	Анализ и синтез механизмов АТС	ПК-4	Тест, защита лабораторных работ, защита курсовой работы, вопросы к экзамену
3	Основы механики деформируемого твердого тела	ПК-4	Тест, защита лабораторных работ, защита курсовой работы, вопросы к экзамену
4	Теория колебаний и динамика автотранспортных средств	ПК-4	Тест, защита лабораторных работ, защита курсовой работы, вопросы к экзамену

5	Механика беспилотных наземных транспортных средств (БНТС)	ПК-4	Тест, защита лабораторных работ, защита курсовой работы, вопросы к экзамену
6	Прикладные методы расчета и компьютерное моделирование	ПК-4	Тест, защита лабораторных работ, защита курсовой работы, вопросы к экзамену

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Строительная механика [Текст]: учебник / Дарков Анатолий Владимирович, Шапошников Николай Николаевич. - Изд. 9-е, испр. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2004 (Ульяновск: Ульян. Дом печати, 2004). - 655 с.
2. Строительная механика машин [Электронный ресурс]: Учебное пособие / С. Г. Докшанин, А. Е. Митяев, С. И. Трошин; С. Г. Докшанин, А. Е. Митяев, С. И. Трошин. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2017. - 230 с.
URL: <http://www.iprbookshop.ru/84139.html>
3. Строительная механика и металлические конструкции машин [Электронный ресурс]: Учебник / С. А. Соколов; Соколов С. А. - Санкт-Петербург : Политехника, 2012. - 422 с.

URL: <https://www.iprbookshop.ru/135215.html>

4. Щербакова, Ю. В. Теоретическая механика: Учебное пособие / Щербакова Ю. В. - Саратов : Научная книга, 2012. - 159 с.
URL: <http://www.iprbookshop.ru/6345.html>
5. Прикладная и техническая механика : Лабораторный практикум / сост.: О. Л. Бережной, С. И. Гончаров. - Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2011. - 115 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/28385.html>
6. Бузин Ю.М. Прикладная механика самоходных землеройно-транспортных машин: монография / Ю.М. Бузин, В.Л. Тюнин // ФГБОУ ВО «Воронеж. гос. техн. ун-т», - Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2017. – 245 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Интернет-ресурсы:

- <http://encycl.yandex.ru> (Энциклопедии и словари);
- <http://www.apm.ru> (Научно-технический центр «Автоматизированное Проектирование Машин»)
- <https://www.rst.gov.ru/portal/gost> (Росстандарт);
- <http://www1.fips.ru> (Федеральный институт промышленной собственности)
- <https://fepo.i-exam.ru/> (Подготовка к ФЭПО, использование возможностей тренировочного Интернет-тестирования).

Перечень лицензионного программного обеспечения:

1. Microsoft Win Pro 10 32-bit/64-bit Russian Russia Only USB;
2. 1С:Предприятие 8. Комплект для обучения в высших и средних учебных заведениях. Электронная поставка;
3. Acrobat Pro 2017 Multiple Platforms Russian AOO License TLP (1-4,999), право на использование;
4. MATLAB Classroom new Product From 10 to 24 Group Licenses;
5. Simulink Classroom new Product From 10 to 24 Group Licenses;
6. MathWorks SMS - Software Maintenance Service (per year);
7. APM WinMachine v. 9.4;
8. Учебный комплект КОМПАС-3D v24 MAX Renga Professional (ЛОЦМАН:PLM, ПОЛИНОМ:MDM, ВЕРТИКАЛЬ).
9. 7zip;
10. Adobe Acrobat Reader;
11. Far Manager 3;
12. FastStone Image Viewer;
13. FileZilla Client;
14. GIMP;

- 15. Media Player Classic Black Edition;
 - 16. Moodle;
 - 17. Mozilla Firefox;
 - 18. Notepad++;
 - 19. OnlyOffice;
 - 20. OpenOffice;
 - 21. Paint.NET;
 - 22. PDF24 Creator;
 - 23. STDU Viewer;
 - 24. VLC Media Player;
 - 25. WinDjView;
 - 26. Компас-3D Viewer;
- Программное средство построения диаграмм Dia.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Комплект учебной мебели: рабочее место преподавателя (стол, стул); -рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 12 чел.; Комплект макетов узлов и агрегатов автомобиля; Стол учебный – 11 шт.; Стул учебный – 31 шт; Шкаф – 1 шт; Планшеты настенные по устройству и эксплуатации строительных и дорожных машин – 21 шт.; Доска учебная – 1шт; Трактор колесный Т40М; Трактор Т130– 2 шт.; Трактор колесный Т150; Тракторный прицеп грузовой; Трактор Т4АП2; Макет автомобиля ЗИЛ130; Поверочная линейка Kinex (K-MET) ШП-500 500x30x6мм DIN874 кл.2; Динамометрический ключ Hans 5-25Nm 3/8’’ 3170NM; Динамометрический ключ JTC 3/8’’ ,усилие затяжки 19-110Нм, длина 355мм JTC-6902; Цифровой мультиметр FAZA MAS830L 5000490.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Прикладная механика автотранспортных и беспилотных средств» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета элементов автотранспортных и беспилотных средств. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой

курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--

Лист согласования

Автор	Тюнин Виталий Леонидович	Подписано	23.04.2026 15:16:02
Заведующий кафедрой	Жулай Владимир Алексеевич	Подписано	24.04.2026 8:14:04
Руководитель образовательной программы	Волков Николай Михайлович	Подписано	24.04.2026 8:54:05
Декан факультета	Тюнин Виталий Леонидович	Утверждено	27.04.2026 17:21:14