

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор/Декан  
института механики и энергетики  
Мастепаненко Максим Алексеевич

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ)**

**ФТД.01 Теория и расчет мобильных энергетических средств**

**23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов**

Надежность и эффективность технических средств

магистр

очная

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций ОП ВО и овладение следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	<b>знает</b> Классификацию, общее устройство и основы теории рабочих процессов МЭС (колесных и гусеничных).
		<b>умеет</b> Выполнять тяговый и динамический расчет МЭС.
		<b>владеет навыками</b> Навыками проведения комплексного расчета эксплуатационных свойств МЭС.
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1 Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы, формулируя цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения	<b>знает</b> Методы определения сил сопротивления движению в различных условиях эксплуатации.
		<b>умеет</b> Строить и анализировать графики тягового баланса, динамической характеристики, ускорений и пути разгона.
		<b>владеет навыками</b> Методиками согласования параметров агрегатов силовой установки и трансмиссии.
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.3 Предлагает возможные пути (алгоритмы) внедрения в практику результата	<b>знает</b> Теорию качения эластичного колеса, сцепления движителя с опорной поверхностью.
		<b>умеет</b> Производить расчет топливной экономичности в заданных условиях эксплуатации.
		<b>владеет навыками</b> Способностью анализировать влияние конструктивных и режимных факторов на тягово-динамические и экономические показатели.

## 2. Перечень оценочных средств по дисциплине

№	Наименование раздела/темы	Семестр	Код индикаторов достижения компетенций	Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций
1.	1 раздел. Раздел 1			
1.1.	Теоретические основы рабочих процессов МЭС	2	УК-1.1, УК-2.1, УК-2.3	Тест
1.2.	Теория движения и тяговый расчет МЭС.	2	УК-1.1, УК-2.1, УК-2.3	Реферат
1.3.	Основы устойчивости и управляемости.	2	УК-1.1, УК-2.1, УК-2.3	Тест
1.4.	Основы теории и расчета трансмиссий. Коэффициент полезного действия силовой установки и его составляющие.	2	УК-1.1, УК-2.1, УК-2.3	Реферат
1.5.	Построение и анализ тяговой характеристики. Динамический фактор и динамическая характеристика. Показатели топливной экономичности.	2	УК-1.1, УК-2.1, УК-2.3	Тест
	Промежуточная аттестация			За

## 3. Оценочные средства (оценочные материалы)

Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде (Оценочные материалы)
<b>Текущий контроль</b>			
<b>Для оценки знаний</b>			
1	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
<b>Для оценки умений</b>			

2	Реферат	Реферат Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	Темы рефератов
	Для оценки навыков		
	Промежуточная аттестация		
3	Зачет	Средство контроля усвоения учебного материала практических и семинарских занятий, успешного прохождения практик и выполнения в процессе этих практик всех учебных поручений в соответствии с утвержденной программой с выставлением оценки в виде «зачтено», «незачтено».	Перечень вопросов к зачету

**4. Примерный фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) "Теория и расчет мобильных энергетических средств"**

*Примерные оценочные материалы для текущего контроля успеваемости*

Контрольные точки 1-3:

1. Ключевой параметр, характеризующий тягово-скоростные свойства МЭС и определяемый из условия равенства силы тяги на ведущих колесах силе сопротивления движению, — это:

- а) Максимальный крутящий момент двигателя.
- б) Номинальная мощность двигателя.
- в) Тяговый баланс.
- г) Удельный расход топлива.

2. Какая из перечисленных трансмиссий НЕ является механической (ступенчатой)?

- а) Трансмиссия с механической коробкой передач и главной конической передачей.
- б) Трансмиссия с гидромеханической коробкой передач (ГМП).
- в) Гидрообъемная трансмиссия (ГСТ).
- г) Трансмиссия с бортовыми планетарными редукторами.

3. Что из перечисленного является ПРЕИМУЩЕСТВОМ гидростатической трансмиссии (ГСТ) для таких машин, как экскаваторы-погрузчики?

- а) Более высокий общий КПД по сравнению с механической трансмиссией на постоянных режимах.
- б) Бесконечно плавное изменение скорости и тяги без разрыва потока мощности.
- в) Простота конструкции и низкая стоимость
- г) Отсутствие необходимости в системе охлаждения рабочей жидкости.

4. При построении внешней скоростной характеристики (ВСХ) двигателя по эмпирическим зависимостям как меняется крутящий момент в зависимости от частоты вращения коленчатого вала для дизельного двигателя с корректором?

- а) Линейно возрастает на всем диапазоне оборотов.
- б) Остается постоянным (идеальный двигатель).
- в) Возрастает до достижения максимального значения, затем падает; на номинальном режиме поддерживается постоянным (режим корректора).
- г) Постоянно снижается с ростом оборотов.

5. Уравнение движения мобильного средства (в дифференциальной форме) связывает между собой:

- а) Мощность двигателя и расход топлива.
- б) Суммарную силу сопротивления движению и силу тяги на ведущих органах.
- в) Давление в гидросистеме и усилие на рабочем органе.
- г) Температуру охлаждающей жидкости и тепловой режим двигателя

***Примерные оценочные материалы  
для проведения промежуточной аттестации (зачет, экзамен)  
по итогам освоения дисциплины (модуля)***

Вопросы к зачету:

Дайте определение «Мобильного энергетического средства (МЭС)». Приведите примеры.

Классификация МЭС по типу движителя и роду потребляемой энергии.

Основные технические характеристики МЭС: номинальная мощность, тяговый класс, снаряженная и полная масса.

Общее устройство МЭС (трактора, автомобиля). Назовите основные агрегаты и их назначение.

Понятие о тягово-энергетическом комплексе «МЭС – рабочий орган – среда (грунт)».

Рабочий цикл четырехтактного дизельного двигателя. Изобразите индикаторную диаграмму.

Понятие индикаторной и эффективной мощности. Формулы для их расчета.

Крутящий момент ДВС. Его зависимость от среднего эффективного давления и рабочего объема.

Эффективный, индикаторный и механический КПД ДВС. Их взаимосвязь и физический смысл.

Что такое внешняя скоростная характеристика (ВСХ) ДВС? Изобразите её график ( $N_e$ ,  $M_e$ ,  $g_e = f(n_e)$ ).

Объясните характер кривых крутящего момента и эффективной мощности на ВСХ.

Что такое регуляторная характеристика двигателя? Чем она отличается от ВСХ?

Нагрузочная характеристика ДВС. Для чего используется?

Понятие коэффициента приспособляемости двигателя по моменту и по частоте вращения.

Факторы, влияющие на мощностные и экономические показатели ДВС.

Методы форсирования двигателей (повышения мощности).

Удельный эффективный расход топлива ( $g_e$ ). От чего он зависит на ВСХ?

Особенности рабочих процессов и характеристик бензиновых двигателей по сравнению с дизельными.

Понятие о литровой и удельной мощности двигателя.

Основные потери энергии в ДВС (тепловые, механические). Пути их снижения.

Назначение и общая схема трансмиссии колесного трактора (автомобиля).

Механический КПД трансмиссии. От чего он зависит?

Назначение, виды и основные характеристики сцепления.

Назначение коробки передач (КП). Понятие о диапазоне и ступени изменения передаточного числа.

Что такое силовой диапазон трансмиссии? Как он связан с тяговым диапазоном МЭС?

Особенности и преимущества гидромеханических трансмиссий (гидротрансформатор + КП).

Принцип работы и основные характеристики гидротрансформатора (коэффициент трансформации, КПД).

Назначение и типы ведущих мостов. Конструкция дифференциала и его кинематика.

Понятие о бортовых (колесных) редукторах. Их назначение.

Расчет общего передаточного числа трансмиссии на заданной передаче.

Силы, действующие на МЭС при его движении (изобразите схему).

Уравнение тягового баланса колесной машины. Раскройте составляющие.

Уравнение баланса мощности (мощностной баланс). Раскройте составляющие.

Коэффициент полезного действия тяги (КПД тяги). Из каких сомножителей складывается?

Теория качения жесткого колеса по деформируемой поверхности (по Беккеру). Сила сопротивления качению.

Коэффициент сопротивления качению. От чего он зависит для пневматической шины?

Физическая сущность процесса буксования (скольжения) ведущего колеса.

Коэффициент буксования. Как его определяют экспериментально?

Сила тяги по сцеплению. Условие реализации силы тяги без пробуксовки.

Коэффициент сцепления. Факторы, влияющие на его величину.

Зависимость коэффициента сцепления от буксования (график). Объясните характер кривой.

Особенности теории качения гусеничного движителя.

Сравнение колесного и гусеничного движителей по КПД тяги, давлению на грунт, сцепным качествам.

Что такое «тяговая характеристика» МЭС? Из каких кривых состоит её график?

Как по тяговой характеристике определить номинальное тяговое усилие и максимальный тяговый КПД?

Построение теоретической тяговой характеристики (методика).

Факторы, влияющие на вид тяговой характеристики (состояние грунта, тип шин, балластировка).

Понятие о динамической характеристике (диаграмме динамического фактора) автомобиля.

Динамический фактор. Его физический смысл и расчетная формула.

Как по динамической характеристике определить максимальный преодолеваемый подъем и запас мощности для разгона?

Уравнение движения МЭС (на основе тягового баланса) с учетом сил инерции.

Ускорение МЭС. Зависимость ускорения от передаточного числа трансмиссии.

Время и путь разгона МЭС. Методы их определения.

Торможение МЭС. Уравнение тормозного баланса.

Тормозная сила и коэффициент сцепления при торможении. Понятие о блокировке колес.

Тормозной путь. Факторы, влияющие на его длину.

Продольная устойчивость МЭС. Условие опрокидывания на подъеме и спуске.

Поперечная устойчивость. Понятие о критическом угле крена и критической скорости поворота.

Управляемость МЭС. Понятие о поворачиваемости (недостаточная, избыточная, нейтральная).

Топливная экономичность. Часовой (Gt) и удельный (gk) расход топлива при тяговой работе.

Цели и виды испытаний МЭС (приемочные, сертификационные, исследовательские).

Стендовые испытания ДВС (моторный стенд). Измеряемые параметры.

Методы нагружения при тяговых испытаниях МЭС (стационарное устройство, нагрузочная машина, метод холмов).

Что такое «тяговая диаграмма», снятая на стационарном стенде?

Методика обработки результатов тяговых испытаний для построения характеристики.

Как по результатам испытаний рассчитать буксование, тяговый КПД, удельный расход топлива?

Порядок выполнения комплексного тягово-динамического расчета МЭС (основные этапы).

Как выбрать передачу и режим работы двигателя для выполнения операции с заданным тяговым сопротивлением?

Понятие о графике загрузки двигателя при агрегатировании МЭС с сельхозмашиной.

Анализ эксплуатационных режимов работы МЭС по тяговой и динамической характеристикам. Определение оптимальной рабочей зоны.

### ***Темы письменных работ (эссе, рефераты, курсовые работы и др.)***

Темы для рефератов и аналитических обзоров (обзор состояния, сравнительный анализ)

История развития мобильных энергетических средств: от паровых машин до гибридных силовых установок.

Сравнительный анализ дизельных и бензиновых двигателей для сельскохозяйственных машин: экономичность, мощность, экологичность.

Электрические трансмиссии в мобильной технике: принцип работы, преимущества и недостатки, области применения.

Гидрообъемные трансмиссии (ГСТ): устройство, принцип действия, сферы применения в спецтехнике.

Системы очистки отработавших газов (ОГ) для дизелей мобильных машин: SCR, EGR, сажевые фильтры.

Альтернативные виды топлива для МЭС: биодизель, метан, водород, синтетическое топливо.

Методы и средства диагностирования двигателей внутреннего сгорания мобильных средств.

Системы балансировки и подрессоривания кабин мобильных энергетических средств.

Темы для курсовых проектов/работ (расчетно-теоретические, с элементами проектирования)

Тепловой расчет и построение внешней скоростной характеристики двигателя для заданного типа мобильной машины (трактор, комбайн, погрузчик).

Расчет и проектирование механической трансмиссии мобильного энергетического средства (подбор передаточных чисел, расчет КПД, силовой анализ).

Расчет тягового баланса и топливной экономичности мобильной машины на основе заданных условий эксплуатации.

Проектирование и расчет основных параметров ходовой системы (гусеничной или колесной) с учетом заданной проходимости и грузоподъемности.

Расчет системы охлаждения двигателя мобильного энергетического средства для работы в заданном климатическом поясе.

Анализ динамических нагрузок в элементах трансмиссии при пуске и переключении передач.

Расчет и выбор параметров гидростатической трансмиссии для самоходной машины (например, мини-погрузчика).

Проектирование системы выпуска отработавших газов с учетом современных экологических требований (Евро-5/6).

Темы для эссе и научных статей (проблемные, дискуссионные, перспективные)

«Умные» мобильные энергетические средства: интеграция IoT, телематики и систем автономного управления.

Перспективы водородных двигателей в сельскохозяйственной и строительной технике: технологические и инфраструктурные вызовы.

Электромобильность в сфере тяжелой мобильной техники: миф или ближайшее будущее? (на

примере карьерных самосвалов, автобусов).

Цифровые двойники (Digital Twins) в проектировании и эксплуатации МЭС: возможности и ограничения.

Бионика в проектировании ходовых систем: чему можно научиться у природы для повышения проходимости?

Экономическая эффективность перехода на альтернативные виды топлива для парка коммунальной техники.

Проблема утилизации и рециклинга аккумуляторов электромобилей и гибридных мобильных машин.

Роботизированные мобильные энергетические средства для работы в опасных и труднодоступных условиях (лесозаготовка, ликвидация ЧС).

Темы для выпускных квалификационных работ (ВКР / дипломные проекты)

(Более комплексные, сочетающие анализ, расчет, моделирование и проектные предложения)

Модернизация силового агрегата мобильной машины с целью повышения топливной экономичности и соответствия экологическим нормам (на конкретном примере).

Разработка и расчет комбинированной энергоустановки (гибридной: ДВС + электромотор) для городского автобуса или коммунального автомобиля.

Проектирование адаптивной подвески/ходовой части мобильного энергетического средства для работы в условиях переменного грунта.

Система рекуперации энергии торможения в мобильных энергетических средствах: анализ эффективности и проектирование ключевых узлов.

Оптимизация рабочих процессов двигателя с использованием систем турбонаддува и промежуточного охлаждения воздуха для специальной техники.

Разработка математической модели динамики мобильного энергетического средства для оценки управляемости и устойчивости.

Исследование и расчет системы термоменеджмента в электромобиле (с акцентом на батарею и силовую электронику).

Автоматизация управления агрегатируемыми орудиями на базе мобильного энергетического средства с использованием гидравлических и электронных систем.

Темы с прикладным уклоном (для техникумов, прикладного бакалавриата)

Анализ причин основных неисправностей трансмиссии трактора (на примере конкретной модели) и методы их устранения.

Расчет потребности в запасных частях для силового агрегата парка машин предприятия.

Методика проведения стендовых испытаний двигателя мобильной машины.

Оценка экономической эффективности применения различных марок моторных масел в условиях конкретного предприятия.

Разработка технологической карты технического обслуживания ходовой системы самоходной машины.

Рекомендации по выбору темы: