

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Мусьял Александр Вячеславович

Должность: Ректор

Дата подписания: 09.07.2025 15:17:32

Уникальный программный ключ:

297fef716e5ece559822a236feffc4d8a43d0cf1

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Курский государственный аграрный университет
имени И.И. Иванова»**

**Кафедра транспортных систем и эксплуатации
машинно-тракторного парка**

**Методические указания по выполнению
курсового проекта по дисциплине
«Тракторы и автомобили»**

Направление подготовки: 35.03.06 Агроинженерия
профиль: «Технические системы в АПК»

Факультет: инженерный

Формы обучения: очная, заочная

Разработчик:

доцент

(занимаемая должность)

Белоусов Н.И.

(ФИО)

(подпись)



Методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине «Тракторы и автомобили» одобрила кафедра транспортных систем и эксплуатации машинно-тракторного парка

Протокол заседания кафедры № 15 от « 25 » июня 2025 г.

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент Бабков А.П.

(ученая степень, звание)

(ФИО)

(подпись)



Цели и задачи курсового проекта

Важнейшим компонентом образовательного процесса является подготовка и защита курсового проекта, цель которого заключается в закреплении теоретических знаний и приобретении практических навыков по тракторам и автомобилям, теоретическом расчёте скоростной характеристике двигателя, и его построении, тяговом расчёте трактора и экономическом расчёте автомобиля, и их построении.

Цель написания курсового проекта:

- формирование у студентов глубокой системы знаний по устройству и конструкции тракторов и автомобилей, необходимых для эффективной эксплуатации этих машин в агроинженерии.

Задачи написания курсового проекта:

- научить студентов осуществлять основные регулировки систем и механизмов тракторов и автомобилей;

- дать знания студентам по устройству, рабочим процессам и регулировкам основных моделей тракторов и автомобилей;

- подготовить студентов к рациональному и эффективному использованию автомобилей и тракторов, их технологическому оборудованию и комплексам на их базе.

В результате подготовки, написания и защиты курсового проекта студенты должны:

знать:

- основные термины и определения автомобилей и тракторов;
- основные направления и тенденции развития автомобилей и тракторов;
- современное состояние научных знаний, необходимых для высокоэффективного использования тракторов и автомобилей в агропромышленном комплексе, перспективах и направлениях их развития;
- устройство, техническое обслуживание, рабочий процесс и регулировки тракторов и автомобилей;

- расчёт основных параметров систем и механизмов тракторов и автомобилей.

уметь:

- производить диагностирование механизмов и систем тракторов и автомобилей;

- обоснованно выбирать тип трактора с техническими и конструктивными параметрами, соответствующими технологическим требованиям его работы в данном хозяйстве;

- выполнять регулирование систем и механизмов на тракторе, автомобиле и на специальных стендах;

- пользоваться правилами технического обслуживания и ремонта тракторов и автомобилей отечественного и зарубежного производства;

- квалифицированно решать вопросы замены отказавших изделий систем и механизмов, в том числе зарубежных на отечественные;

- самостоятельно осваивать конструкцию, диагностирование, эксплуатацию новых конструкций механизмов и систем тракторов и автомобилей.

владеть:

- навыками регулирования механизмов и систем, тракторов и автомобилей;

- операциями технического обслуживания и ремонта, тракторов и автомобилей;

- навыками диагностирования и эксплуатации, тракторов и автомобилей.

При подготовке, выполнении и защите курсового проекта по дисциплине «Тракторы и автомобили» обучающийся должен освоить следующие компетенции:
ПК - Индикаторы профессиональной(ых) компетенции(й)

Код	Наименование компетенции
ПК-1.3	Определяет количество и виды специального оборудования, инструментов, необходимых для оснащения рабочих мест по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники
ПК-2.1	Проектирует состав машинно-тракторного парка в организации
ПК-2.2	Разрабатывает операционно-технологические карты на выполнение механизированных операций в растениеводстве и животноводстве
ПК-2.3	Обеспечивает машинно-тракторного парк и оборудование эксплуатационными материалами
ПК-3.1	Разрабатывает предложения по повышению эффективности технического обслуживания и эксплуатации сельскохозяйственной техники
ПК-3.2	Анализирует эффективность технического обслуживания и эксплуатации сельскохозяйственной техники в организации
ПК-3.3	Оценивает эффект от внедрения мероприятий по повышению эффективности технического обслуживания и эксплуатации сельскохозяйственной техники

УК - Индикаторы универсальной(ых) компетенции(й)

Код	Наименование компетенции
УК-2.1	Формулирует в рамках поставленной цели совокупность задач, обеспечивающих ее достижение
УК-2.2	Выбирает оптимальные способы решения задач, обеспечивающих достижение цели
УК-2.3	Применяет действующие правовые нормы и учитывает имеющиеся условия, ресурсы и ограничения при решении задач, обеспечивающих достижение цели

План и структура курсового проекта

Тема курсового проекта студенту назначается согласно приказу кафедры транспортных систем и эксплуатации машинно-тракторного парка, инженерного факультета Курского ГАУ, примерная тематика курсовых проектов представлена в настоящем методическом указании в п. 3

Курсовой проект состоит из двух частей - тягового расчёта трактора и расчёта экономической характеристики автомобиля.

При выполнении первой части проекта производятся: расчёт основных параметров трактора, расчёт скоростной характеристики и определение основных индикаторных и эффективных показателей двигателя, расчёт теоретической тяговой характеристики трактора. Исходными данными для расчёта принимаются:

- номинальная сила тяги трактора;
- скорости трактора на низшей и высшей рабочих передачах, т.е. диапазон рабочих скоростей;
- номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя;
- удельный расход топлива двигателя;
- марку трактора-аналога, по которому принимаются недостающие данные для расчёта.

Вторая часть проекта посвящена расчёту экономической характеристики автомобиля. Исходными данными для этого являются:

- тип дорожного покрытия;
- максимальная скорость автомобиля;
- модель автомобиля-аналога, по которому принимаются недостающие данные для расчёта.

По экономической характеристике определяют экономичную скорость для гружёного автомобиля для заданного типа дорожного покрытия, характеризуемого приведенным (суммарным) коэффициентом дорожного сопротивления.

Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию, выдаваемому вместе с методическими указаниями и должен содержать:

- расчетно-пояснительную записку, выполненную на стандартных листах бумаги формата А4 и графики, выполненные карандашом на листе миллиметровой бумаги формата А4 – характеристики двигателей трактора и автомобиля и А3 –тяговая характеристика трактора или выполненные в компьютерном исполнении, на формате А4. Бланк задания курсового проекта представлен ниже.

Бланк задания на курсовой проект

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова»

Кафедра «Транспортные системы и ЭМТП»

ЗАДАНИЕ

на курсовой проект по дисциплине «Тракторы и автомобили»
для обучающихся инженерного факультета
направления подготовки 35.03.06 Агроинженерия,
профиль «Технические системы в АПК»

Выдано обучающемуся _____ группа _____

1 Тяговый расчёт трактора

1.1 Произвести тяговый расчёт трактора

1.2 Рассчитать скоростную характеристику двигателя

1.3 Рассчитать и построить тяговую характеристику трактора

$N_{кр}, v, G_T, \delta, g_{кр} = f(P_{кр})$ на почвенном фоне – стерня колосовых культур
согласно следующим исходным данным:

Прототип (аналог) трактора _____

Номинальная сила тяги $P_{крн}$, кН _____

Количество рабочих (основных) передач _____

Рабочие скорости трактора, км/ч:

низшая v_n _____ высшая v_B _____

Номинальная частота вращения коленвала двигателя $n_{ен}$, мин⁻¹ _____

Номинальный удельный расход топлива $g_{ен}$, г/(кВт·ч) _____

2 Расчёт экономической характеристики автомобиля

2.1 Рассчитать и построить экономическую характеристику $Q_s = f(v)$ согласно следующим исходным данным:

Прототип (аналог) автомобиля _____

Номинальная частота вращения коленвала двигателя $n_{ен}$, мин⁻¹ _____

Приведенный коэффициент сопротивления движению $\psi =$ _____

График тяговой характеристики трактора строится на формате А3, а график экономической характеристики автомобиля на формате А4. Оба графика строятся в компьютерном исполнении или карандашом на миллиметровой бумаге.

Дата выдачи задания _____ Преподаватель _____

1 Тяговый расчёт трактора

Цель тягового расчёта и исходные данные

Высокие тягово-сцепные и экономические показатели трактора будут получены только в случае оптимального соотношения основных его параметров, которые определяются расчётным путем. Их взаимосвязь характеризует основные эксплуатационные качества тракторов.

Задачей тягового расчёта трактора является определение следующих основных его параметров:

- общей (эксплуатационной) и конструкционной (сухой) масс;
- максимальной эксплуатационной мощности двигателя;
- передаточных чисел трансмиссии и расчётных скоростей по передачам.

Тяговый расчёт может проводиться как в качестве проверочного, для проверки параметров существующего трактора, так и при проектировании нового. При втором варианте для использования исходных данных конструктивного характера необходим аналог проектируемого трактора того же тягового класса, т.е. трактор должен быть рассчитан на выполнение всех работ, соответствующих его тяговому классу.

Исходными данными к тяговому расчёту трактора являются:

- назначение, тип ходовой части и его колёсная формула;
- номинальная сила тяги, характеризующая его тяговый класс;
- низшая и высшая скорости движения в рабочем (основном) диапазоне;
- аналог трактора, по которому устанавливается соответствие конструкционной массы, количество передач рабочего диапазона, транспортных передач, радиус качения ведущих колёс;
- перечень основных выполняемых работ и агрегатируемых орудий;
- почвенно-климатические условия работы трактора;
- лимитируемые размеры трактора.

1.1 Определение эксплуатационной массы трактора

Масса трактора оказывает большое влияние на его тягово-сцепные и экономические показатели. При большой её величине будут больше затраты мощности на качение, а при меньшей - больше теряется мощности на буксование, т.е. в том и другом случаях топливная экономичность трактора будет ухудшаться. Кроме того, от массы зависит давление трактора на почву.

Поэтому максимальное значение эксплуатационной массы должно быть выбрано таким образом, чтобы при работе трактора на не лущённой стерне колосовых культур на низшей рабочей скорости и номинальной тяговой нагрузке буксование ведущих органов не превышало допустимую норму, установленную стандартом. Эта норма имеет следующие допустимые пределы: 18 % для тракторов с колёсной формулой 4К2; 16 % для тракторов с колёсной формулой 4К4 и 5 % для гусеничных тракторов.

Это требование при установившемся движении на горизонтальном участке выразится следующим уравнением:

$$P_k = P_{крн} + P_f,$$

где P_k - касательная сила тяги, развиваемая двигателем на ведущих органах (колёсах или звёздочках), Н;

$P_{крн}$ - номинальная сила тяги трактора, Н;

P_f - сила сопротивления качению, Н, определяемая из выражения:

$$P_f = m_э \cdot g \cdot f,$$

где $m_э$ - эксплуатационная масса трактора, кг;

g - ускорение свободного падения $9,82 \text{ м/с}^2$;

f - коэффициент сопротивления качению, значения которого для заданного почвенного фона приведены в приложении Г.

При работе трактора в указанных условиях максимальное значение касательной силы тяги на ведущих органах будет ограничиваться условием сцепления его движителей с почвой, которое определится из выражения:

$$P_{кmax} = m_э \cdot g \cdot \lambda_к \cdot \varphi_{дон},$$

где $P_{кmax}$ - максимальная касательная сила тяги на ведущих органах трактора по сцеплению, Н;

$\lambda_к$ - коэффициент нагрузки ведущих колёс;

$\varphi_{дон}$ - допустимый коэффициент сцепления движителей с почвой, характеризующий степень использования сцепного веса, которого можно достичь в данных почвенных условиях при допустимом буксовании движителей.

Для тракторов с пневматическими колёсами значение коэффициента использования сцепного веса $\varphi_{дон}$ в зависимости от конструкции и размеров ведущих колёс принимается равным $0,5...0,65$, а для гусеничных тракторов - $0,55...0,65$.

Учитывая, что во время работы трактора с номинальной тяговой нагрузкой имеет место значительное перераспределение массы между передними и задними колёсами, коэффициент нагрузки для тракторов колёсной формулы 4К2 принимают равным $\lambda_к = 0,75...0,8$.

Для тракторов колёсной формулы 4К4 и гусеничных их эксплуатационная масса вся участвует в сцеплении с почвой, поэтому коэффициент нагрузки для них равен единице.

Подставив значения максимальной касательной силы тяги по сцеплению с почвой и силы сопротивления качению в исходную формулу, получим выражение для определения эксплуатационной массы трактора:

$$m_э \cdot g \cdot \lambda_к \cdot \varphi_{дон} - m_э \cdot g \cdot f = P_{крн};$$

$$m_э = \frac{P_{крн}}{g(\lambda_к \cdot \varphi_{дон} - f)}.$$

Конструкционная (сухая) масса $m_к$ - это масса трактора в не заправленном состоянии без тракториста, инструмента, дополнительного оборудования, балласта. Для большинства тракторов она находится в пределах:

$$m_к = (0,90...0,93)m_э.$$

После определения конструкционной массы проектируемого трактора её необходимо сравнить с той же массой трактора-аналога.

1.2 Определение номинальной мощности двигателя

При определении мощности тракторного двигателя необходимо учитывать особенности тягового режима трактора, заключающегося в том, что силы сопротивления движению тракторного агрегата имеют неустановившийся характер и во время работы непрерывно колеблются в широких пределах. Колебания нагрузки происходят в результате влияния микрорельефа поля, особенностей технологического процесса выполняемой операции, неравномерности сопротивления качению и других факторов.

Резерв мощности необходим для преодоления возникающих кратковременных перегрузок, а также для обеспечения разгона тракторного агрегата без переключения передач. Поэтому тракторный агрегат необходимо комплектовать так, чтобы номинальный крутящий момент двигателя был больше среднего момента сопротивления, приведенного к коленвалу, на 15...20 %.

Учитывая вышеизложенное, номинальная мощность двигателя $N_{ен}$, кВт определяется по формуле:

$$N_{ен} = \frac{(P_{кри} + m_3 \cdot g \cdot f) \cdot v_n}{\eta_m \cdot \kappa_3 \cdot 3,6},$$

где v_n - низшая рабочая скорость, км/ч;

κ_3 - коэффициент эксплуатационной нагрузки тракторного двигателя, зависящий от динамических качеств двигателя и колебаний сопротивлений движению трактора, принимается равным 0,8...0,85;

η_m - КПД, учитывающий потери мощности в трансмиссии трактора, и определяется из выражения:

$$\eta_m = \eta_u^{n_1} \cdot \eta_k^{n_2} \cdot \eta_x,$$

где η_u и η_k - КПД соответственно цилиндрической и конической пар шестерён, равные:

$$\eta_u = 0,985 \text{ и } \eta_k = 0,975;$$

n_1 и n_2 - степенные показатели числа пар соответственно цилиндрических и конических шестерён, находящихся в зацеплении;

η_x - КПД, учитывающий потери мощности на холостом ходу, равный 0,96.

Значения механического КПД автомобильных и тракторных передач шестерённого типа при нагрузках, близких к номинальным (расчётным), находятся в пределах 0,88...0,93. Поэтому с допустимой погрешностью эти значения можно принимать для учебных расчётов.

Расчитанная мощность двигателя округляется до ближайшего большего целого числа и является минимальной для данного трактора. Она может быть увеличена, если трактор предполагается использовать на более высоких скоростях, чем расчётные или с отбором мощности через ВОМ. Правильность выбора основных расчитанных параметров трактора можно проверить по энергонасыщенности \mathcal{E} , кВт/т, определяемой из выражения:

$$\mathcal{E} = \frac{N_e}{m_k}.$$

Значения величины энергонасыщенности должны находиться в следующем диапазоне: 13,7...16,7 кВт/т для колёсных и 11,8...15,7 кВт/т для гусеничных тракторов.

1.3 Определение рабочих скоростей и передаточных чисел трансмиссии трактора

Тракторы сельскохозяйственного назначения вследствие разнообразия выполняемых работ имеют три группы передач:

- замедленные (технологические) - для получения особо низких скоростей, ограничивающихся условиями выполнения технологического процесса и в зависимости от тягового класса трактора, находящиеся в пределах 0,25...3,6 км/ч;

- основные (рабочие) - для выполнения большинства сельскохозяйственных операций и находящиеся в пределах 5,0...13 км/ч;

- повышенные (транспортные) - для выполнения транспортных операций и движения трактора на холостом ходу, достигающих 18...20 км/ч для гусеничных и 33...35 км/ч для колёсных тракторов.

Тяговый расчёт выполняется только для основного диапазона передач. Остаётся решить вопрос о рациональном соотношении между его отдельными передачами. Обычно ряд основных передач трактора строят по принципу геометрической прогрессии, хотя примерно равноценные результаты получаются при применении других вариантов рядов - арифметического и гармонического. Тем не менее, наиболее распространённый метод определения передаточных чисел базируется на геометрической прогрессии, из ряда которой:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{v_3}{v_2} = \dots = \frac{v_n}{v_{n-1}} = q,$$

определяется её знаменатель q по формуле:

$$q = \sqrt[n-1]{\frac{v_6}{v_n}},$$

где v_6 - скорость на высшей рабочей передаче, км/ч;

n - количество рабочих передач.

Зная знаменатель геометрической прогрессии, можно определить расчётные скорости трактора на промежуточных передачах по выражениям:

$$v_1 = v_n; v_2 = v_1 \cdot q; v_3 = v_2 \cdot q; v_n = v_{n-1} \cdot q.$$

Число транспортных передач и скорости для них выбираются в зависимости от типа трактора и типа его ходовой части. Так для гусеничного трактора ограничиваются одной передачей, а для колёсного - не менее двух.

Для получения пониженных скоростей в трансмиссию трактора устанавливается специальный ходоуменьшитель.

Передаточные числа трансмиссии i_{mp} трактора для рабочих передач определяются по формуле:

$$i_{mp} = 0377 \cdot \frac{n_{en} \cdot r_k}{v},$$

где n_{en} - номинальная частота вращения коленвала двигателя, выбираемая из аналога или по достигнутому уровню оборотности, мин⁻¹;

r_k - радиус качения ведущих колёс, м.

Радиус качения ведущих колёс для трактора выбирается из трактора-аналога (приложения А, Б) или подсчитывается для колёсного по следующей формуле:

$$r_k = 0,0254 \cdot [0,5 \cdot d_{ш} + (0,8...0,85) \cdot e_{ш}],$$

где $d_{ш}$ и $e_{ш}$ - соответственно посадочный диаметр и ширина шины в дюймах;

0,8...0,85 - коэффициент, учитывающий радиальную деформацию шин.

Если размеры шин указаны в мм, то перед квадратной скобкой коэффициент будет равен 0,001. Размеры шин подбираются в зависимости от нагрузки на одно ведущее колесо. Для гусеничного трактора радиус качения определится по формуле:

$$r_k = \frac{Z \cdot I_{зв}}{2 \cdot \pi},$$

где Z - число активно действующих зубьев звёздочки за один оборот;

$I_{зв}$ - длина одного звена гусеницы, м.

Зная общие передаточные числа трансмиссии, определяются передаточные числа коробки передач $i_{кп}$ по передачам из выражения:

$$i_{кп} = \frac{i_{мп}}{i_o \cdot i_{кон}},$$

где i_o и $i_{кон}$ - передаточное число соответственно главной и конечной передач трактора (таблицы Приложения А и Приложения Б).

1.4 Расчёт скоростной характеристики двигателя

Для построения тяговой характеристики используют полученные выше основные параметры трактора и регуляторную характеристику его двигателя, которую строят, предварительно определив показатели двигателя для трёх основных режимов его работы: холостого хода, номинального и максимальной перегрузки.

Определяется частота вращения коленвала на холостом ходу $n_{хх}$, мин⁻¹ по формуле:

$$n_{хх} = n_{ен} (1 + \delta_p),$$

где δ_p - степень неравномерности регулятора частоты вращения, принимаемая 0,06...0,08.

Текущие значения мощности двигателя N_{ei} , кВт на безрегуляторной ветви характеристики в зависимости от задаваемых частот вращения коленвала, равных 90, 80, 70, 60 процентам от номинальной величины для двигателей с непосредственным впрыскиванием, определяются по эмпирической формуле:

$$N_{ei} = N_{ен} \left[0,87 \cdot \frac{n_i}{n_{ен}} + 1,13 \cdot \left(\frac{n_i}{n_{ен}} \right)^2 - \left(\frac{n_i}{n_{ен}} \right)^3 \right],$$

где n_i - задаваемые частоты вращения коленвала, мин⁻¹.

С погрешностью допустимой для данного вида расчётов можно принять, что изменение параметров скоростной характеристики на её безрегуляторной ветви происходит по закону прямой линии. Следовательно, текущие значения мощности можно не определять.

Частота вращения коленвала двигателя при максимальном крутящем моменте n_o , мин⁻¹ определяется из выражения:

$$n_o = a \cdot n_{ен},$$

где a - коэффициент снижения частоты вращения, принимаемый для тракторных дизелей 0,6...0,75.

Номинальный крутящий момент двигателя $M_{ен}$, Н·м определяется по формуле:

$$M_{ен} = 9550 \cdot \frac{N_{ен}}{n_{ен}}$$

Максимальный крутящий момент $M_{еmax}$, Н·м подсчитывается по формуле:

$$M_{еmax} = \kappa_n \cdot M_{ен}$$

где κ_n - коэффициент приспособляемости двигателя по моменту, равный 1,1...1,2.

Эффективная мощность N_o , кВт при максимальном крутящем моменте определяется из выражения:

$$N_o = \frac{M_{еmax} \cdot n_o}{9550}$$

Результаты всех полученных параметров округляются до целых чисел.

Часовой расход топлива при номинальном режиме работы двигателя $G_{тн}$, кг/ч определяется из выражения:

$$G_{тн} = \frac{N_{ен} \cdot g_{ен}}{10^3}$$

где $g_{ен}$ - номинальный удельный расход топлива, г/(кВт·ч).

Часовой расход топлива на режиме холостого хода $G_{хх}$, кг/ч принимают равным:

$$G_{хх} = (0,25...0,3) \cdot G_{тн}$$

Удельный расход топлива при максимальном крутящем моменте g_o , г/(кВт·ч) принимается на 15...20 % больше номинального, то есть:

$$g_o = (1,15...1,2) g_{ен}$$

Тогда часовой расход топлива на этом режиме G_o , кг/ч определяется по формуле:

$$G_o = \frac{N_o \cdot g_o}{10^3}$$

Результаты расчётов часовых расходов топлива $G_{тн}$, $G_{хх}$ и G_o округляются до десятых долей числа, а удельного расхода g_o до целого числа.

На основании проведенных расчётов строятся графики скоростной характеристики двигателя в функции от частоты вращения коленвала N_e , G_T , M_e , $g_e = f(n_e)$ и двух нагрузочных характеристик - в функциях от эффективной мощности n_e , G_T , M_e , $g_e = f(N_e)$ и крутящего момента n_e , G_T , N_e , $g_e = f(M_e)$.

1.5 Расчёт теоретической тяговой характеристики трактора

Определив основные конструкционные и экономические показатели двигателя и трактора в целом, приступают к расчёту и построению его теоретической тяговой характеристики, которая позволяет получить наглядное представление о тягово-сцепных и экономических показателях трактора на различных режимах работы его двигателя.

Тяговой характеристикой трактора называется зависимость скорости v , часового G_T и удельного крюкового $g_{кр}$ расходов топлива, мощности на крюке $N_{кр}$ по передачам и коэффициента буксования δ от тяговой нагрузки $P_{кр}$. Для её построения определяются вышеперечисленные параметры на каждой передаче для трёх основных режи-

мов работы трактора: холостого хода (тяговая нагрузка равна нулю); нормальной нагрузке, соответствующей номинальному режиму работы двигателя и перегрузке при работе двигателя с максимальным крутящим моментом.

Аналитический расчёт производится в следующей последовательности. Определяются нормальные $P_{крнор}$ и максимальные силы тяги $P_{крmax}$, N по следующим выражениям для каждой передачи:

а) нормальные силы тяги

$$P_{кр нор} = \frac{M_{ен} \cdot i_{мп} \cdot \eta_m}{r_k} - m_3 \cdot g \cdot f;$$

б) максимальные силы тяги

$$P_{кр max} = \frac{M_{e max} \cdot i_{мп} \cdot \eta_m}{r_k} - m_3 \cdot g \cdot f.$$

Полученные значения сил тяги округляются до целых чисел.

Определяются величины коэффициента буксования δ , которые рассчитываются по следующей эмпирической формуле:

$$\delta = a \cdot p + v \cdot p^c,$$

где a , v и c - безразмерные коэффициенты, зависящие от типа трактора.

Для колёсных: $a = 0,13$; $v = 0,013$. Для гусеничных: $a = 0,04$; $v = 0,004$.

Коэффициент $c = 8$ для всех типов тракторов.

p - относительная сила тяги, определяемая для всех рассчитанных нормальных и максимальных сил тяги из выражения:

$$p = \frac{P_{кр}}{m_3 \cdot g \cdot \lambda_k \cdot \varphi},$$

где φ - коэффициент сцепления движителей с почвой, выбираемый для заданного почвенного фона из таблицы П4 приложения.

а) при нормальных силах тяги (для пяти передач):

$$p_{1,2,3,4,5} = \frac{P_{крнор1,2,3,4,5}}{m_3 \cdot g \cdot \lambda_k \cdot \varphi};$$

$$\delta_{1,2,3,4,5} = a \cdot p_{1,2,3,4,5} + v \cdot p_{1,2,3,4,5}^8;$$

в) при максимальных силах тяги (для пяти передач):

$$p_{6,7,8,9,10} = \frac{P_{крmax 6,7,8,9,10}}{m_3 \cdot g \cdot \lambda_k \cdot \varphi};$$

$$\delta_{6,7,8,9,10} = a \cdot p_{6,7,8,9,10} + v \cdot p_{6,7,8,9,10}^8.$$

Определяются расчётные скорости трактора с учётом буксования движителей на каждой передаче v , км/ч по формулам:

а) на холостом ходу v_{xx}

$$v_{xx} = 0,377 \cdot \frac{n_{xx} \cdot r_k}{i_{мп}};$$

б) при нормальной силе тяги $v_{P_{крнор}}$

$$v_{P_{крнор}} = 0,377 \cdot \frac{n_{ен} \cdot r_k}{i_{мп}} \cdot (1 - \delta_{1,2,3,4,5});$$

в) при максимальной силе тяги $v_{P_{крmax}}$

$$v_{P_{кр\max}} = 0,377 \cdot \frac{n_o \cdot r_k}{i_{тр}} \cdot (1 - \delta_{6,7,8,9,10}).$$

Определяются мощности на крюке трактора $N_{кр}$, кВт на каждой передаче для нормальных и максимальных сил тяги из выражений:

а) при нормальных силах тяги

$$N_{P_{крнор}} = \frac{P_{крнор} \cdot v_{P_{крнор}}}{3,6};$$

б) при максимальных силах тяги

$$N_{P_{кр\max}} = \frac{P_{кр\max} \cdot v_{P_{кр\max}}}{3,6}.$$

Для оценки топливной экономичности трактора определяется удельный крюковой расход топлива $g_{кр}$, г/(кВт·ч) на каждой передаче для нормальных и максимальных сил тяги по формулам:

а) при нормальных силах тяги

$$g_{крP_{крнор}} = \frac{G_{ми}}{N_{P_{крнор}}} \cdot 10^3;$$

в) при максимальных силах тяги

$$g_{крP_{кр\max}} = \frac{G_o}{N_{P_{кр\max}}} \cdot 10^3.$$

После определения всех параметров тяговой характеристики приступают к её графическому построению, которая изображается на листе миллиметровой бумаги формата А3 в двух квадрантах. В верхнем квадранте строится непосредственно тяговая характеристика, а в нижнем - графики эффективной мощности и частоты вращения коленвала нагрузочной характеристики двигателя в функции крутящего момента.

Ниже приводится один из способов построения тяговой характеристики (рисунок 1.1).

Выбираются масштабы и наносятся их шкалы всех показателей. По оси абсцисс откладываются нормальные и максимальные силы тяги для каждой передачи и через полученные точки проводятся вспомогательные прямые линии, параллельные оси ординат. Влево от начала координат 0 откладывается значение силы сопротивления качению R_f в масштабе силы тяги на крюке. Через полученную точку 0_1 также проводится вспомогательная вертикальная линия, являющаяся режимом холостого хода двигателя для неподвижно стоящего на месте трактора. Эта линия является отправной для построения в нижнем квадранте графиков эффективной мощности N_e и частоты вращения коленвала n_e , а в верхнем - часового расхода топлива G_T двигателя.

Наносится на график в своём масштабе данные коэффициента буксования δ и в принятых масштабах значения всех рассчитанных показателей трактора v , $N_{кр}$ и $g_{кр}$. Масштабы для каждого приведенного параметра принимаются различными и выбираются из принятого формата бумаги с учётом чёткого и отдельного положения всех кривых каждого параметра. График удельного крюкового расхода топлива $g_{кр}$ на каждой передаче необходимо строить как минимум по четырём точкам - две точки рассчитанные ранее для нормальных и максимальных сил тяги, третью точку в зоне перегрузки, а четвёртую в зоне недогрузки трактора для каждой передачи. Для нахождения

третьей и четвертой точек пользуются методом секущих вертикалей с использованием известной формулы:

$$g_{кр} = \frac{G_m}{N_{кр}} \cdot 10^3,$$

где значения G_m и $N_{кр}$ берутся из построенных графиков по выбранным масштабам.

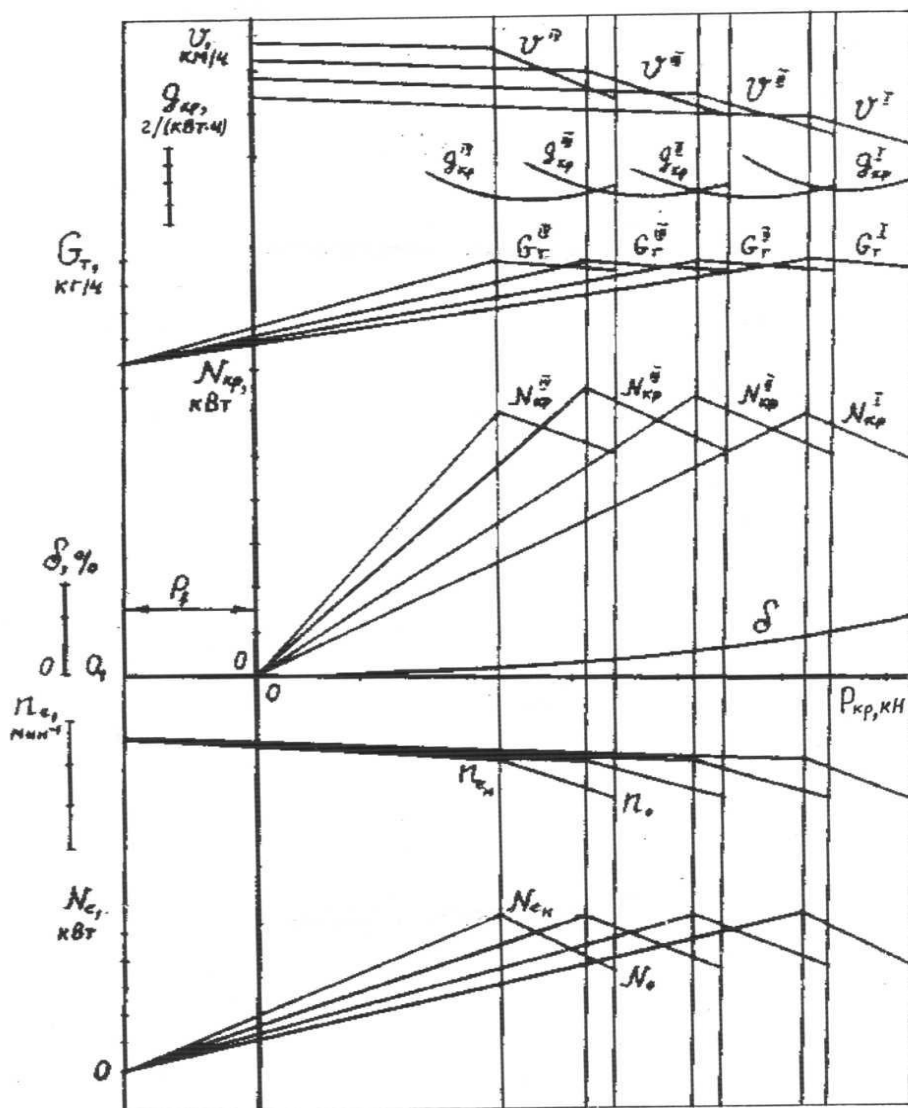


Рисунок 1.1 – Теоретическая тяговая характеристика трактора

2 Расчёт экономической характеристики автомобиля

Одним из основных показателей топливной экономичности автомобиля является количество израсходованного топлива Q_s в литрах на 100 км пройденного пути и определяемого из выражения:

$$Q_s = \frac{g_e \cdot N_e}{10 \cdot \gamma \cdot v},$$

где N_e - мощность двигателя, необходимая для движения автомобиля в заданных дорожных условиях, кВт;

γ - плотность топлива, принимаемая для бензина 0,73 кг/л,

для дизельного топлива 0,83 кг/л;

g_e - удельный расход топлива, соответствующий данному режиму работы двигателя, г/ (кВт·ч) ;

v - скорость автомобиля, км/ч.

Мощность двигателя для заданных дорожных условий определится по формуле

$$N_e = \frac{(P_\psi + P_w) \cdot v}{3600 \cdot \eta_m},$$

где P_ψ - приведенная сила дорожного сопротивления автомобиля, Н, определяемая из выражения

$$P_\psi = m_n \cdot g \cdot \psi,$$

где m_n - масса автомобиля при наибольшей (полной) нагрузке, кг (таблица Приложение В);

ψ - приведенный коэффициент дорожного сопротивления;

P_w - сила сопротивления воздуха, Н, определяемая по формуле

$$P_w = \frac{\kappa_{об} \cdot F \cdot v^2}{13},$$

где $\kappa_{об}$ - коэффициент обтекаемости автомобиля, равный 0,15...0,30 для легковых и 0,55...0,65 для грузовых автомобилей;

F - площадь лобового сопротивления автомобиля, м² (таблица «Приложение В»);

η_m - механический к.п.д. трансмиссии, принимаемый в среднем для грузовых автомобилей 0,88...0,9.

Порядок расчёта

1. Определяется скорость автомобиля на прямой передаче v_i , км/ч для различных частот вращения коленчатого вала двигателя по формуле:

$$v_i = \frac{0,377 \cdot n_i \cdot r_k}{i_{mp}},$$

где n_i - частота вращения коленчатого вала двигателя, равная 20, 40, 60, 80, 100 и 120 % значения номинальной частоты вращения коленвала для двигателей с искровым зажиганием и 20, 40, 60, 80, 100 % значения номинальной частоты вращения коленчатого вала для дизельных двигателей. Номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя приведена в таблице «Приложение В» или в задании на проектирование;

i_{mp} - передаточное число трансмиссии автомобиля на прямой передаче. Так как передаточное число коробки передач на прямой передаче равно единице, то i_{mp} равно передаточному числу главной передачи (таблица «Приложение В»);

r_k - динамический радиус качения ведущих колёс автомобиля, м.

При выполнении расчёта можно принять среднюю величину динамического радиуса постоянной и определяемой из выражения:

$$r_k = \lambda \cdot r_o,$$

где r_o - свободный радиус качения ведущих колёс, м (таблица «Приложение В»);

λ - коэффициент деформации шины, равный для грузовых автомобилей 0,93...0,94.

2. Определяется мощность двигателя N_{e_i} , кВт, требуемая для движения автомобиля с разными скоростями на прямой передаче по формуле:

$$N_{e_i} = (m_n \cdot g \cdot \Psi + \frac{\kappa_{об} \cdot F \cdot v_i^2}{13}) \cdot \frac{v_i}{3600 \cdot \eta_m},$$

3. При движении автомобиля с различными скоростями необходимо учитывать, что удельный расход топлива при этом является величиной переменной, зависящей от скоростного и нагрузочного режимов работы двигателя. Поэтому удельный расход рассчитывается по следующей формуле

$$g_{e_i} = g_{e_n} \cdot \kappa_{n_i} \cdot \kappa_{N_i},$$

где g_{e_i} - текущий удельный расход топлива в зависимости от скорости автомобиля, г/(кВт·ч);

g_{e_n} - номинальный удельный расход топлива при номинальной мощности, равный 250...320 г/(кВт·ч) для двигателя с искровым зажиганием и 210...280 г/(кВт·ч) для дизельных двигателей;

κ_n, κ_N - коэффициенты, учитывающие соответственно влияние на удельный расход скоростного и нагрузочного режимов работы двигателя.

Величины этих коэффициентов определяются по графикам, представленным на рисунках 2.1 и 2.2. Зная текущую частоту вращения коленчатого вала двигателя, равную -20 %, 40 %, 60 %, 80 %, 100 % и 120 % от номинальной для двигателей с искровым зажиганием и 20 %, 40 %, 60 %, 80 %, 100 % от номинальной для дизеля, определяют величины её отношения к номинальной частоте n_{e_i} / n_{e_n} , по которым из графика на рисунке 2.1 находят значения коэффициентов κ_{n_i} .

По текущему значению мощности N_{e_i} , рассчитанной для различных скоростей, находят её отношения к номинальной мощности двигателя N_{e_n} значение которой берут для данной марки автомобиля из таблицы «Приложение В». И согласно полученным значениям отношений N_{e_i} / N_{e_n} из графика, представленном на рисунке 2.2, устанавливают согласно типу двигателя значения коэффициентов κ_{N_i} .

4. Согласно полученным значениям N_{e_i} и g_{e_i} при движении полностью гружёного автомобиля на прямой передаче с различными скоростями определяется расход топлива в литрах на 100 км пути по формуле:

$$Q_{s_i} = \frac{g_{e_i} \cdot N_{e_i}}{10 \cdot \gamma \cdot v_i}.$$

5. По результатам расчётов топливной экономичности производят построение экономической характеристики автомобиля, представляющей собой зависимость расхода топлива в л/100 км от скорости. По ней определяют экономичную скорость и производят анализ остальных режимов движения автомобиля.

Приложения

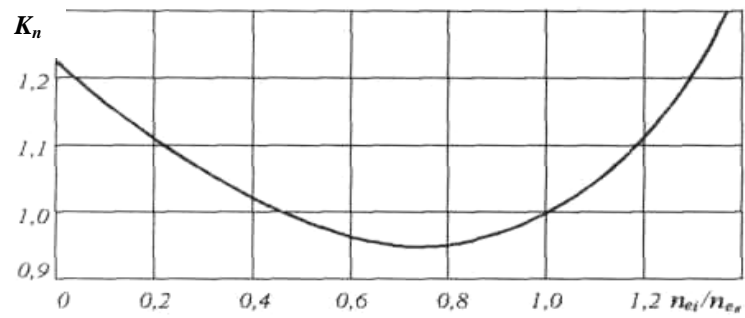


Рисунок 2. 1 - График для определения коэффициента K_n

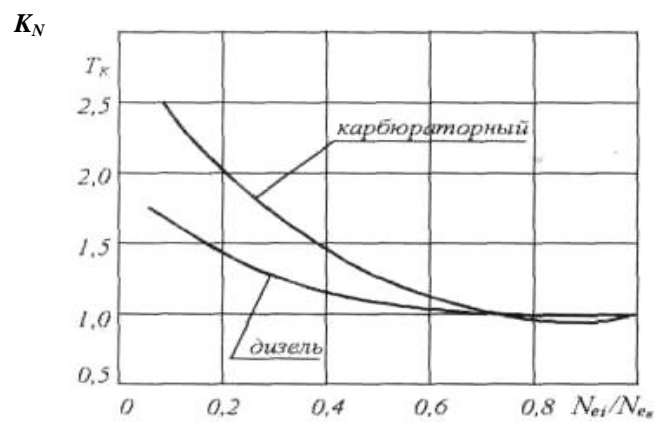


Рисунок 2.2 - График для определения коэффициента K_N

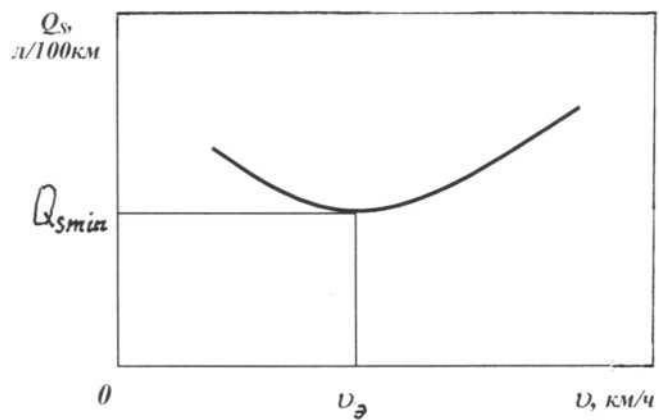


Рисунок 2.3- Экономическая характеристика автомобиля

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Техническая характеристика колёсных тракторов

Показатели	Марка													
	Т-30-69	Т-30А-80	ЛТЗ-55	ЛТЗ-55А	ЛТЗ-60АБ	ЛТЗ-155	МТЗ-80	МТЗ-82	Беларус-1221	ЮМЗ-6АКЛ	ХТЗ-150К	ХТЗ-17222	К-701М	К-744Р
Тяговый класс, кН	6	6	9	9	14	20	14	14	20	14	30	40	50	50
Колёсная формула	4К2	4К4	4К2	4К4	4К4	4К4	4К2	4К4	4К4	4К2	4К4	4К4	4К4	4К4
Марка двигателя	Д-120	Д-120	Д-144	Д-144	Д-248	ЯМЗ-236Д.2	Д-240	Д-240	Д-260	Д-65Н	ЯМЗ-236Д.3	ЯМЗ-236НК	ЯМЗ-240Б	ЯМЗ-238НД
Номинальная мощность двигателя, кВт	19,5	23,5	36,6	39	44,1	110	59	59	95,6	44,5	128	140	220	220
Эксплуатационная масса трактора, кг	2020	2490	2900	3075	3380	5800	3370	3580	5150	3895	8200	8900	12810	13400
Радиус качения колёс, м	0,59	0,64	0,70	0,71	0,71	0,70	0,73	0,73	0,73	0,73	0,70	0,70	0,78	0,78
Передаточные числа: главной передачи	3,47	3,47	3,53	3,53	3,53		3,42	3,42	3,42	4,08	4,44	4,44	2,92	2,92
конечной передачи	4,75	4,75	6,17	6,17	6,17		5,31	5,31	5,31	5,14	4,59	4,59	6,0	6,0

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Техническая характеристика гусеничных тракторов

Показатели	Марка									
	T-70CM	DT-75	DT-75DE	BT-100D	BT-150D	XТЗ-200	T-4A	T-130	T-170M	
Тяговый класс, кН	20	30	30	30	40	50	40	60	60	
Марка двигателя	D-241Л	D-440	D-440	D-442	D-442ВН	ЯМЗ-236Д	D-461	D-160	D-160	
Номинальная мощность двигателя, кВт	51,5	70	70	88	110	128	117	118	132	
Эксплуатационная масса трактора, кг	4180	6630	7000	7710	7820	9100	8555	13800	16800	
Радиус начальной окружности звёздочки, м	0,320	0,355	0,355	0,355	0,355	0,379	0,385	0,424	0,424	
Шаг гусеницы, мм	176	170	170	170	170	170	176	203	203	
Число зубьев ведущей звёздочки	13	13	13	13	14	14	14	13	13	
Передаточные числа: главной передачи конечной передачи	3,42 3,53	4,46 5,46	4,46 5,46	4,46 5,46	4,46 5,46	4,44 4,59	5,14 4,38	2,79 9,94	2,79 9,94	

ПРИЛОЖЕНИЕ В
Техническая характеристика грузовых автомобилей

Показатели	Марка											
	УАЗ-3303	ГАЗ-3302	ГАЗ-66-41	ГАЗ-3307	ГАЗ-3306	ГАЗ-3508	ГАЗ-4301	ЗИЛ-130	ЗИЛ-4331	ЗИЛ-4327	ЗИЛ-4314	ЗИЛ-5301
Полная масса автомобиля, кг	2830	3350	6200	8050	6450	7930	9050	10525	11725	9685	10605	6950
Колёсная формула	4x4	4x2	4x4	4x2	4x2	4x2	4x2	4x2	4x2	4x2	4x2	4x2
Номинальная мощность двигателя, кВт	57	73	63	88	63	88	92	110	136	110	110	80
Тип двигателя	К	К	Д	К	Д	К	Д	К	Д	К	К	Д
Число цилиндров двигателя	4	4	6	8	6	8	6	8	8	8	8	4
Диаметр и ход поршня, мм	92×92	92×92	105×120	92×80	105×120	92×80	105×120	100×95	110×115	100×95	100×95	110×125
Номинальная частота вращения коленвала, мин ⁻¹	4000	4500	2600	3200	2800	3200	2800	3200	2800	3200	3200	2400
Передаточное число главной передачи	5,12	5,12	6,83	6,83	6,83	6,83	6,83	6,32	6,33	6,33	6,33	3,27
Площадь лобового сопротивления, м ²	2,99	3,6	4,5	4,7	3,8	4,1	3,9	4,3	5,1	5,1	5,1	5,5
Радиус качения ведущих колёс, м	0,36	0,325	0,51	0,47	0,47	0,47	0,47	0,48	0,48	0,48	0,48	0,35

Техническая характеристика грузовых автомобилей

Показатели	Марка										
	ЗИЛ-43318	УралАЗ-4320	УралАЗ-43202	КамАЗ-43105	КамАЗ-4310	КамАЗ-5320	КамАЗ-5511	КамАЗ-53212	КрАЗ-255Б	МАЗ-5335	МАЗ-53371
Полная масса автомобиля, кг	11125	13745	15175	15530	14715	15305	19000	18225	19415	14950	16000
Колёсная формула	6x4	6x6	6x6	6x6	6x6	6x4	6x4	6x4	6x6	4x2	4x2
Номинальная мощность двигателя, кВт	136	154	154	154	154	154	154	154	176	132	132
Тип двигателя	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Д
Число цилиндров двигателя	8	8	8	8	8	8	8	8	8	6	6
Диаметр и ход поршня, мм	100×95	120×120	120×120	120×120	120×120	120×120	120×120	120×120	130×140	130×140	130×140
Номинальная частота вращения коленвала, мин ⁻¹	2800	2600	2600	2600	2600	2600	2600	2600	2100	2100	2100
Передаточное число главной передачи	6,73	7,32	7,32	6,53	6,53	5,43	5,94	5,94	8,21	7,24	7,24
Площадь лобового сопротивления, м ²	5,1	5,9	5,3	7,4	6,4	6,7	5,4	7,3	6,8	5,3	5,9
Радиус качения ведущих колёс, м	0,48	0,58	0,58	0,48	0,58	0,48	0,48	0,48	0,65	0,53	0,53

Таблица П. 4.

Коэффициенты сопротивления качению f и сцепления φ трактора

Почвенный или дорожный фон	Тракторы			
	на пневматических шинах		гусеничные	
	f	φ	f	φ
Стерня	0,08-0,10	0,6-0,8	0,06-0,08	0,8-1,0
Вспаханное поле	0,12-0,18	0,5-0,7	0,08-0,10	0,6-0,8
Поле, подготовленное под посев	0,16-0,18	0,4-0,6	0,10-0,12	0,6-0,7
Слежавшаяся пахота	0,08-0,12	0,5	0,08	0,6
Плотная залежь, целина	0,03-0,07	0,7-0,9	0,06-0,07	0,9-1,0
Грунтовая сухая дорога	0,025-0,045	0,6-0,8	0,02-0,07	0,9-1,0
Песок	0,16-0,18	0,3-0,4	0,10-0,15	0,4-0,5
Автомобили				
Асфальтированное шоссе	0,015-0,020	0,60-0,75		
Гравийно-щебёночная дорога	0,02-0,03	0,50-0,65		
Сухая грунтовая дорога	0,03-0,05	0,50-0,70		
Сухой песок	0,17-0,30	0,65-0,75		
Булыжная мостовая	0,025-0,035	0,40-0,50		

Таблица П. 5.

Коэффициенты сопротивления перекачиванию
сельскохозяйственных машин и сцепок

Тип почвенного фона	Значения коэффициента для колёс	
	Стальных	пневматических
Уплотнённая полевая дорога	0,06-0,08	0,03-0,05
Сухой луг, целина, крепкая дернина	0,07-0,09	0,05-0,07
Стерня сухая	0,13-0,15	0,08-0,10
Стерня, размягчённая дождём	0,18-0,20	0,12-0,14
Лущёное поле	0,16-0,18	0,10-0,12
Вспаханное поле	0,20-0,25	0,16-0,18

Боронованное поле	0,18-0,22	0,14-0,16
Поле, подготовленное под посев	0,15-0,18	0,12-0,14

Таблица П. 6.

Удельное сопротивление сельскохозяйственных машин
при скорости движения 5 км/ч

Операция и тип машины	Значения	
	удельного сопротивления K_m , кН/м	нарастания сопротивления на 1 км/ч от скорости движения, %
Боронование зубowymi боронами	0,5-0,7	2
Боронование дисковыми боронами и лушение стерни луцильниками	1,2-2,4	1-3
Сплошная культивация	1,4-2,6	3-4
Лушение стерни лемешными луцильниками	2,0-4,0	3-4
Рядовой посев зерновыми сеялками	1,0-1,8	2
Прикатывание кольчато-шпоровыми катками	0,5-0,6	1-2

Таблица П. 7.

Удельное сопротивление почвы для лемешных плугов
при скорости движения 5 км/ч

Операция и тип машины	Значения	
	удельного сопротивления K_p , кН/м ²	увеличения сопротивления на 1 км/ч от скорости движения, %
Песчаные, супесчаные и легкосуглинистые	30-35	3-2
Среднесуглинистые	35-55	3
Целина, залежь, травяной пласт тяжелосуглинистых почв	55-80	3-4
Целина, залежь, травяной пласт глинистых почв	80-100	3-4

Техническая характеристика сцепок

Марка	Тяговый класс агрегатируемого трактора	Ширина захвата, м	Масса, кг	Тип колёс
СП-16А	3; 4; 5	до 16	2360	пневматические
СП-11А	3	до 10,8	1110	пневматические
СН-75	3	до 12	1500	пневматические
СГ-21А	3; 4; 5	15,7-20,6	для т.кл.3 -3400 для т.кл.5 -3800	пневматические
СГ-21Б	3	15,5-20,6	1980	пневматические
С-11У	1,4; 2; 3	до 12	750	стальные
СНБ-8	1,4; 2; 3	7,7-8,4	550	пневматические
СПБ-11	1,4; 2; 3	10,8	1025	пневматические

3. Типовая (примерная) тематика курсовых проектов (оценка знаний, умений, навыков)

1. Тягово-экономический расчёт трактора Т-25А и автомобиля УАЗ-3303.
2. Тягово-экономический расчёт трактора Т-30А и автомобиля ГАЗ-3302.
3. Тягово-экономический расчёт трактора Т-40М и автомобиля ГАЗ-66-41.
4. Тягово-экономический расчёт трактора ЛТЗ-55А и автомобиля ГАЗ-3307.
5. Тягово-экономический расчёт трактора ЛТЗ-60АБ и автомобиля ГАЗ-3306.
6. Тягово-экономический расчёт трактора ЛТЗ-155 и автомобиля ГАЗ-3508.
7. Тягово-экономический расчёт трактора Р-ТМ-60 и автомобиля ГАЗон-Некст.
8. Тягово-экономический расчёт трактора МТЗ-80 и автомобиля ГАЗ-4301.
9. Тягово-экономический расчёт трактора МТЗ-82 и автомобиля ЗИЛ-130.
10. Тягово-экономический расчёт трактора МТЗ-100 и автомобиля ЗИЛ-4331.
11. Тягово-экономический расчёт трактора ЮМЗ-6АКЛ и автомобиля ЗИЛ-4327.
12. Тягово-экономический расчёт трактора Т-150К и автомобиля ЗИЛ-4314.
13. Тягово-экономический расчёт трактора К- 424 и автомобиля ЗИЛ-5301.
14. Тягово-экономический расчёт трактора К-701 и автомобиля ЗИЛ-43318.
15. Тягово-экономический расчёт трактора К-744Р и автомобиля УРАЛ-4320.
16. Тягово-экономический расчёт трактора Т-70СМ и автомобиля УРАЛ-43202.
17. Тягово-экономический расчёт трактора ДТ-75Д и автомобиля КамАЗ-43105.
18. Тягово-экономический расчёт трактора ДТ-75М и автомобиля КамАЗ-4310.
19. Тягово-экономический расчёт трактора ВТ-100Д и автомобиля КамАЗ-5320.
20. Тягово-экономический расчёт трактора Т-150 и автомобиля КамАЗ-5511.
21. Тягово-экономический расчёт трактора ХТЗ-200 и автомобиля КамАЗ-53212.
22. Тягово-экономический расчёт трактора Т-4А и автомобиля КраЗ-255Б.

23. Тягово-экономический расчёт трактора Т-130 и автомобиля МАЗ-5335.
24. Тягово-экономический расчёт трактора Т-170М и автомобиля МАЗ-53371.
25. Тягово-экономический расчёт трактора К-744 и автомобиля УАЗ-3303.
26. Тягово-экономический расчёт трактора ВТ-200 и автомобиля УРАЛ-4320.

4. Структура и содержание курсового проекта

Расчётно-пояснительная записка курсового проекта должна содержать следующие элементы:

1. Титульный лист.
2. Задание.
3. Содержание.
4. Введение.
5. Тяговый расчёт трактора.
6. Расчёт экономической характеристики автомобиля.
7. Заключение.
8. Список использованных источников.
9. Графический материал.

5. Оформление курсового проекта

Оформление курсового проекта осуществляется исходя из требований руководящего документа РД 01.001- 2024 «Текстовые работы. Правила оформления».

Руководящий документ устанавливает порядок оформления текстовых студенческих работ: расчётно-графических и индивидуальных домашних заданий, лабораторных работ, рефератов, отчётов по практике, курсовых и дипломных работ, пояснительных записок к курсовым и дипломным проектам, выпускным квалификационным работам, диссертациям на соискание академической степени магистра.

Требования РД 01.001- 2024 являются обязательными для студентов всех факультетов Курского ГАУ.

Записка должна быть выполнена машинописным способом на листах формата А4 шрифтом № 14 Times New Roman, с интервалом 1,5. Графический материал должен выполняться карандашом на миллиметровой бумаге формата А4 - скоростная и нагрузочная характеристики двигателя трактора и А3 – тяговая характеристика трактора. Экономическая характеристика автомобиля на формате А4. Графики могут быть изображены и в компьютерном исполнении того же формата.

6. Порядок защиты курсового проекта

На защите студент должен показать способность хорошо ориентироваться в содержании представленного курсового проекта, цели, задачах, методах и приемах расчёта, источниках необходимой информации, уметь формулировать аналитические выводы, отвечать на вопросы как теоретического, так и практического характера, относящиеся к теме курсового проекта.

Каждый студент в течение 5-7 минут излагает основные положения своей работы. Доклад необходимо подготовить заблаговременно. В нем приводятся лишь основные характеристики трактора и автомобиля. Для иллюстрации материала предоставляются схемы, графики, диаграммы, построенные на миллиметровой бумаге или в компьютерном исполнении, скоростная характеристика двигателя, тяговый расчёт трактора и экономическая характеристика автомобиля.

Ответы на вопросы должны быть убедительными, теоретически обоснованными, а при необходимости подкреплены цифровым материалом. При этом студент может пользоваться курсовым проектом или цитировать его отдельные положения.

7. Критерии оценки курсовой работы

Оценка зависит от качества выполненного курсового проекта и полноты ответов на вопросы при его защите. Оцениваются: логичность, убедительность изложения и защиты положений, техническая характеристика систем, механизмов, деталей и узлов, заданного трактора и автомобиля, наличие расчётных данных, наличие построенных графиков и аргументированных по ним выводов, правильность оформления.

Оценка за курсовой проект с учетом его содержания и его защиты студенту выставляется по пятибалльной шкале.

Шкала оценивания результатов выполнения и защиты курсового проекта

Оценка	Результаты выполнения и защиты курсового проекта (знания, умения, владения)
«Отлично»	Курсовой проект выполнен самостоятельно, носит творческий характер, отличается определенной новизной; изучаемая проблема раскрыта, материал изложен логично; оформление курсового проекта соответствует требованиям РД и методических рекомендаций по выполнению КП; КП содержит достаточное количество иллюстраций по теме; работа представлена в установленный срок; защищены основные положения работы.
«Хорошо»	Работа содержит небольшие погрешности в оформлении, однако её тема полностью раскрыта, вовремя представлена и защищена.
«Удовлетворительно»	Работа содержит погрешности в оформлении, язык и стиль изложения не совсем последовательны, есть отдельные замечания по структуре работы, при защите студент отвечает на вопросы поверхностно.
«Неудовлетворительно»	Работа выполнена не по теме, либо же тема не раскрыта, работа оформлена неправильно, студент при защите не ориентируется в поставленных вопросах.

Курсовой проект должен быть выполнен и представлен к защите в сроки, установленные учебным планом.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение, необходимое для выполнения курсового проекта

а) основная литература

1. Конструкция тракторов и автомобилей : учебное пособие / О. И. Поливаев, О. М. Костиков, А. В. Ворохобин, О. С. Ведринский. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1442-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211322>.

2. Уханов, А. П. Конструкция автомобилей и тракторов / А. П. Уханов, Д. А. Уханов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 200 с. — ISBN 978-5-507-48833-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/364799>.

б) дополнительная литература

1. Баширов, Р. М. Автотракторные двигатели: конструкция, основы теории и расчета : Учебник для вузов / Р. М. Баширов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-9222-0. — Текст : электронный //

2. Волков, В. С. Основы расчета систем автомобилей, обеспечивающих безопасность движения : учебное пособие / В. С. Волков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 144 с. — ISBN 978-5-8114-1818-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211922>.

3. Поливаев, О. И. Теория трактора и автомобиля : учебник для вузов / О. И. Поливаев, В. П. Гребнев, А. В. Ворохобин. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 232 с. — ISBN 978-5-507-47602-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/394700>.

4. Суркин, В. И. Основы теории и расчёта автотракторных двигателей : учебное пособие / В. И. Суркин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-1486-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211289>.

5. Чмиль, В. П. Автотранспортные средства : учебное пособие / В. П. Чмиль, Ю. В. Чмиль. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-1148-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210593>.

в) Интернет-ресурсы:

1. Брянский тракторный завод: сайт. - URL:<https://btz-agro.ru/ru>.– Текст: электронный.
2. Официальный сайт Горьковского автомобильного завода: сайт. - URL:<https://azgaz.ru/>.– Текст: электронный.
3. Официальный сайт ПАО «КАМАЗ»: сайт. - URL:<https://kamaz.ru/>.– Текст: электронный.
4. Ростсельмаш :сайт. - URL:<https://rostselmash.com>.– Текст: электронный.
5. Санкт-Петербургский тракторный завод :сайт. - URL:<http://kirovets-ptz.com/>.–Текст: электронный.
6. Тутаевский моторный завод :сайт. - URL:<https://paotmz.ru/>.– Текст: электронный.
7. Чебоксарский тракторный завод :сайт. - URL:<https://promtractor.ru/>.– Текст: электронный.
8. Челябинский тракторный завод :сайт. - URL:<http://chtz-uraltrac.ru/>.–Текст: электронный.
9. Ярославский моторный завод :сайт. - URL:<https://www.ymzmotor.ru/>.– Текст: электронный.

г) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Агросправочник: сайт. - URL:<https://агросправочник.рф/>.–Текст: электронный.
2. Бесплатная база ГОСТ: сайт. - URL:<https://docplan.ru/>.–Текст: электронный.
3. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: информационная система: сайт. - URL:<http://window.edu.ru/>.–Текст: электронный.
4. Информационно-правовая система «Гарант»: сайт. - URL:<http://www.garant.ru/>.–Текст: электронный.
5. Научная электронная библиотекаElibrary: сайт. - URL:<http://elibrary.ru/>.– Текст: электронный.

6. Технологический портал Минсельхоза России. Федеральная государственная информационная система учета и регистрации тракторов, самоходных машин и прицепов к ним: сайт. - URL:<http://usmt.mcx.ru/opendata/list.xml/>– Текст: электронный.

7. [Федеральный институт промышленной собственности](https://new.fips.ru/): сайт. - URL:<https://new.fips.ru/>.–Текст: электронный.

8. Центральная научная сельскохозяйственная библиотека: сайт. - URL:<http://www.cnsnb.ru/>.– Текст: электронный.