

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

---

УТВЕРЖДАЮ  
И.о. директора ЮТИ ТПУ  
\_\_\_\_\_ С.А. Солодский  
« \_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

## **СПАСАТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И БАЗОВЫЕ МАШИНЫ**

Методические указания к выполнению практических работ по курсу  
«Спасательная техника и базовые машины» для студентов III–V курсов,  
обучающихся по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность»  
профиль подготовки «Защита в чрезвычайных ситуациях»

*Составитель П.В. Родионов*

Издательство  
Юргинского технологического института (филиала)  
Томского политехнического университета  
2021

УДК 614.8  
ББК 68.9  
Р-60

Р-60 **Спасательная техника и базовые машины:** Методические указания к выполнению практических работ по курсу «Спасательная техника и базовые машины» для студентов III–V курсов, обучающихся по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность» профиль подготовки «Защита в чрезвычайных ситуациях» / сост.: П.В. Родионов; Юргинский технологический институт. – Юрга: Изд-во Юргинского технологического института (филиала) Томского политехнического университета, 2021. –36 с.

**УДК 614.8**  
**ББК 68.9**

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию  
учебно-методической комиссией ЮТИ ТПУ  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Руководитель ОПОП  
20.03.01. «Техносферная безопасность»,  
кандидат технических наук, доцент \_\_\_\_\_ *С.А. Солодский*

Председатель учебно-методической комиссии,  
кандидат технических наук, доцент \_\_\_\_\_ *А.В. Проскоков*

*Рецензент*  
Кандидат технических наук, доцент ЮТИ ТПУ  
*А.Г. Мальчик*

© Составление. ФГАОУ ВО НИ ТПУ  
Юргинский технологический институт (филиал), 2021  
© Родионов П.В., составление, 2021

Основная цель методических указаний – дать знания студентам в вопросах организации и деятельности по планированию и организации технического обеспечения существующей в Российской Федерации системы предупреждения и ликвидации ЧС (РСЧС) и системы ГО, особенностей обеспечения мероприятий по защите населения, организации взаимодействия и обеспечения действий спасателей; научить правильно оценивать обстановку в районах чрезвычайных ситуаций различного характера, возможности сил и средств и потребности в средствах механизации с учетом конкретной обстановки.

При самостоятельном выполнении практических заданий студенты получают навыки работы с нормативной, справочной и учебной литературой, учатся решать задачи по планированию и организации мероприятий технического и транспортного обеспечения при ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также по защите населения в мирное и военное время с использованием различных методик.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ	6
1.1. Порядок выполнения работы и общие требования	6
2. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ	6
2.1 Темы практических реферативных работ	7
2.2 Темы практических работ с расчетами	7
2.3 Задание на практическую работу №1	7
2.4 Задание на практическую работу №2	13
2.5 Задание на практическую работу №3	18
2.6 Задание на практическую работу №4	23
2.7 Задание на практическую работу №5	28
2.8 Перечень контрольных вопросов к защите практических работ	32
Рекомендуемая литература	33

## ВВЕДЕНИЕ

От технического обеспечения аварийно-спасательных работ и состояния спасательной техники и оборудования в мирное и военное время зависит качество и своевременность выполнения аварийно-спасательных и других неотложных работ.

Сфера применения спасательной техники широка. Она может выполнять задачи, как в мирное, так и в военное время при проведении АСДНР и при ведении хозяйственной деятельности аварийно-спасательных формирований. Спасательная техника и оборудование применяется во всевозможных работах: землеройных, дорожных, специальных, грузоподъемных и т.д.

Без спасательной техники невозможно качественное проведение поисковых и аварийно-спасательных работ. В связи с этим в настоящее время спасательная техника и оборудование постоянно совершенствуется и актуализируется в зависимости от угроз материальным ресурсам и населению государства.

Основными задачами технического обеспечения системы МЧС России являются:

- своевременное определение потребности, истребование материально-технических и денежных средств, получение, учет и хранение всех видов материально-технических средств, их распределение, выдача (отправка, передача) по назначению, доведение установленных норм до личного состава МЧС России, обеспечение правильного и экономного расходования материально-технических и денежных средств и ведение в установленном порядке соответствующей отчетности;

- организация технически правильной эксплуатации техники и поддержание ее в постоянной готовности к применению по назначению;

- техническое обслуживание и ремонт техники в соответствии с требованиями нормативных и распорядительных документов МЧС России, инструкций по ее эксплуатации предприятий-изготовителей;

- ввод техники в строй и закрепление ее за личным составом;

- освоение техники личным составом;

- подвоз материально-технических средств различными видами транспорта;

- планирование повседневной деятельности;

- выявление нарушений в организации материально технического обеспечения, оперативное принятие мер по их устранению;

- руководство подготовкой младших специалистов служб технического обеспечения в региональных центрах и главных управлениях и учреждениях;

- своевременное и правильное списание техники и имущества, выработавших установленный ресурс и непригодных к дальнейшему использованию; отчетность о фактическом наличии техники и имущества; управление силами и средствами материально-технического обеспечения территориальных органов и учреждений.

## **1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

### **1. 1. Порядок выполнения работы и общие требования**

Практическая работа по курсу «Спасательная техника и базовые машины» выполняется студентами в сроки и в соответствии с учебным планом института.

Задание на практическую работу с расчетами включает 25 вариантов работ, выбор, которого слушатели осуществляют в соответствии с порядковым номером по списку в журнале учета посещаемости и текущей успеваемости по данной дисциплине. Например, порядковый номер в журнале – 12, тогда вариант задания – 12.

Задание на практическую работу реферативного характера для всех студентов одинаково – согласно темы практического занятия.

При необходимости преподаватели могут изменять варианты заданий с учетом специфики работы студента или выдавать слушателям персональные задания.

Перед выполнением практической работы студентам необходимо ознакомиться с методическими указаниями, содержанием вопросов и задач, подобрать и изучить рекомендуемую литературу и нормативные документы, а также материалы лекций и практических занятий.

В случаях затруднения в самостоятельном решении задачи или освещении учебного вопроса студенты могут обращаться за консультацией к преподавателям.

Практическая работа должна быть выполнена на стандартных листах формата А4, грамотно и аккуратно оформлена. Выполненная и оформленная работа установленным порядком сдается преподавателю на рецензирование.

В проверенную работу студенты обязаны внести необходимые исправления и дополнения в соответствии с замечаниями преподавателя.

Практическая работа, выполненная не по своему варианту, а также не полностью освещающая вопросы задания, к проверке не принимается.

Студенты, не представившие в срок практическую работу без уважительных причин, к экзаменационной сессии не допускаются.

## **2. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ**

При выполнении практической работы в виде реферата студенты должны полностью раскрыть тему.

Ответ должен быть полным, обоснованным и содержать ссылки на используемую литературу.

Структура практической работы:

1. *Вводная часть*, в которой автор отражает значение темы.
2. *Основная часть*, в которой автор раскрывает содержание темы, показывая умение самостоятельного изложения материала и практического применения полученных знаний с учетом особенностей региона проживания. Содержание излагаемого вопроса следует увязать с задачами МЧС России. При выполнении работы, не следует ограничиваться перечислением положений, содержащихся в

нормативных материалах, учебных пособиях, а подкреплять их примерами из мирового опыта.

При ссылке на нормативный документ или другой источник, следует указывать его полное наименование, автора, издательство, год издания.

3. *Заключение*, в котором автор формулирует выводы и характеризует практическую значимость освоенной им темы для изучения предмета в целом.

4. *Список* использованной при написании работы литературы, приказов, указаний и других нормативных документов.

Работа оценивается с учетом глубины изложения материала, самостоятельности выполнения, умения увязывать теоретические вопросы с практической работой.

### **2.1 Темы практических реферативных работ**

6. Порядок работы заместителя руководителя ликвидацией чрезвычайной ситуации по техническому обеспечению при организации АСДНР.

7. Планирование технического обслуживания и ремонта СТ и БМ АСФ.

8. Работа заместителя РЛЧС, начальника ГО по транспортному обеспечению действий формирований РСЧС и ГО.

### **2.2 Темы практических работ с расчетами**

1. Расчет сил сопротивления движению пожарного автомобиля и мощности, затрачиваемые на их преодоление.

2. Расчет и анализ тормозных свойств пожарных автомобилей.

3. Определение сопротивления копанью грунта бульдозером.

4. Расчет основных характеристик комплекта экскаватора и автосамосвала, работающих на карьере.

5. Расчет расхода топлив и смазочных материалов спасательной техники и агрегатов при проведении мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС.

### **2.3 Задание на практическую работу №1**

Расчет сил сопротивления движению пожарного автомобиля и мощности, затрачиваемые на их преодоление:

- Определение мощности двигателя автомобиля, затрачиваемую на преодоление сопротивлений движению.

- Определение максимального преодолеваемого автомобилем уклона.

- Определение коэффициента сопротивления качения дороги, при котором автомобиль может достичь максимальной скорости движения.

- Определение максимальной скорости на выбеге (с выключенным двигателем) при движении под уклон  $\alpha = 2^\circ$ .

- Определение сопротивления движению автомобиля при его движении без ускорения по горизонтальному участку дороги для скорости 30, 60 и км/ч.

## ЗАДАЧА №1

### Силы сопротивления движению пожарного автомобиля и мощности, затрачиваемые на их преодоление

#### Задание

Произвести расчет согласно исходным данным, представленным в табл. 1.1.

1. Определить мощность двигателя автомобиля, затрачиваемую на преодоление сопротивлений движению, для дорожных условий и при скорости движения, указанных в варианте задания.

2. Определить максимальный преодолеваемый автомобилем уклон для дороги в сухом и влажном состоянии.

3. Определить коэффициент сопротивления качения дороги, при котором автомобиль сможет достичь максимальной скорости движения.

4. Определить максимальную скорость автомобиля на выбеге (с выключенным двигателем) при движении под уклон  $\alpha_y = 2$  град.

5. Определить сопротивление движению автомобиля при его движении без ускорения по горизонтальному участку дороги для скорости 30, 60 и  $\vartheta_{max}$  км/ч. Построить графики  $P_K = f(\vartheta)$ ,  $P_B = f(\vartheta)$  и  $P_T = f(\vartheta)$ .

Сопротивление движению автомобиля при его разгоне на наклонном участке дороги (рис. 1.1а) равно

$$P_T = P_K + P_Y + P_B + P_{И}, \quad (1.1)$$

где  $P_T$  - сопротивление движению автомобиля (сила тяги на ведущих колесах автомобиля), Н;  $P_K$  - сила сопротивления качению, Н;  $P_Y$  - сила сопротивления уклону, Н;  $P_B$  - сила сопротивления воздуха, Н;  $P_{И}$  - сила сопротивления разгону, Н.

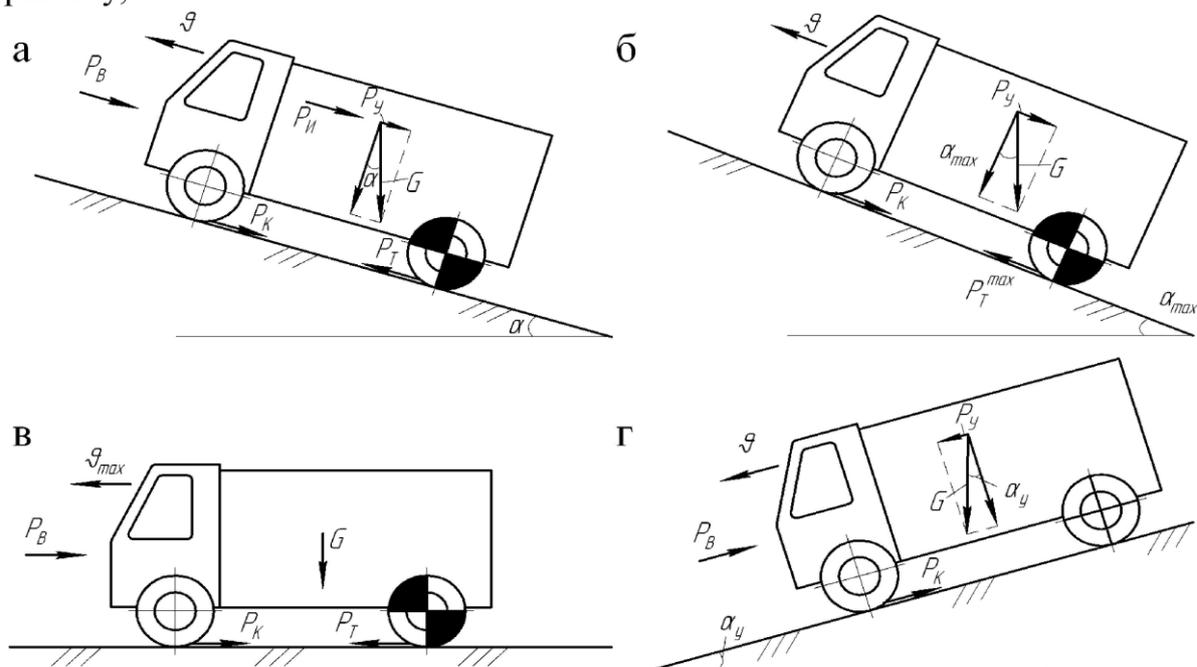


Рис. 1.1 Силы сопротивления движению автомобиля

Возникновение **силы сопротивления качению** обусловлено потерями на внутреннее трение в шинах, поверхностное трение шин о дорогу и образование колеи (на деформируемых дорогах). Наибольшей величины сила сопротивления качению достигает при движении по горизонтальной дороге. В этом случае

$$P_K = G \cdot f, \text{ Н} \quad (1.2)$$

где  $G$  - сила тяжести автомобиля с грузом, Н;  $f$  - коэффициент сопротивления качению, который зависит от типа и состояния покрытия дороги (табл.1.2).

Силу тяжести автомобиля можно определить по формуле  $G = M \cdot g$ , где  $M$  - масса автомобиля (табл.1.1), кг;  $g = 9,81$  - ускорение силы тяжести (свободного падения),  $\text{м/с}^2$ .

Таблица 1.2. Значения коэффициентов сопротивления качению и сцепления

Тип покрытия	Сухое		Влажное	
	$f$	$\varphi_{\alpha}$	$f$	$\varphi_{\alpha}$
Асфальтобетон	0,015...0,022	0,7...0,8	0,02...0,025	0,35...0,45
Щебеночное	0,025...0,05	0,6...0,7	0,025...0,05	0,3...0,4
Грунтовая дорога	0,025...0,04	0,5...0,6	0,1...0,2	0,2...0,4
Укатанный снег	0,015...0,02	0,2...0,25	0,03...0,1	0,2...0,25

При движении на подъеме и спуске величина  $P_K$  уменьшается по сравнению с горизонтальной дорогой и тем больше, чем они круче

$$P_K = G \cdot f \cdot \cos \alpha, \text{ Н} \quad (1.3)$$

где  $\alpha$  - угол подъема, град.

Силу тяжести  $G$  автомобиля, движущегося на подъем (спуск), можно разложить на две составляющие: параллельную и перпендикулярную поверхности дороги (рис.1.1а). Составляющая силы тяжести, параллельная поверхности дороги, представляет собой **силу сопротивления уклону**  $P_Y$ , при чем, чем круче будет подъем, тем больше будет  $P_Y$

$$P_Y = G \cdot \sin \alpha, \text{ Н} \quad (1.4)$$

Сила сопротивления качению и сила сопротивления подъему связаны с дорогой. Сумма этих сил представляет собой силу, которая характеризует сопротивление дороги и называется силой сопротивления дороги  $P_D$

$$P_D = P_K + P_Y = G \cdot f \cdot \cos \alpha + G \cdot \sin \alpha = G(f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha). \quad (1.5)$$

При движении автомобиля возникновение **силы сопротивления воздуха** обусловлено перемещением частиц воздуха и их трением о поверхность машины. При движении автомобиля при отсутствии ветра сила сопротивления воздуха

$$P_B = k_B F \cdot v^2 / 13, \text{ Н.} \quad (1.6)$$

$$\text{При наличии ветра} \quad P_B = k_B F (v \pm v_B)^2 / 13, \text{ Н} \quad (1.7)$$

где  $k_B$  - коэффициент сопротивления воздуха (коэффициент обтекаемости), зависит от формы и качества поверхности автомобиля, определяется экспериментально, для легковых автомобилей равен 0,2...0,35  $\text{Нс}^2/\text{м}^4$ , для автобу-

сов и грузовых автомобилей  $0,35 \dots 0,7 \text{ Нс}^2/\text{м}^4$ ;  $F$  - лобовая площадь автомобиля,  $\text{м}^2$ ;  $\vartheta$  - скорость движения автомобиля,  $\text{км}/\text{ч}$ ;  $\vartheta_B$  - скорость ветра (знак «плюс» в скобках соответствует встречному ветру, а «минус» попутному),  $\text{км}/\text{ч}$ .

Приближенное значение лобовой площади автомобиля может быть определено по формуле:  $F = 0,8 \cdot B \cdot H$ , где  $B$  - ширина автомобиля (табл.1.1),  $\text{м}$ ;  $H$  - наибольшая высота автомобиля (табл.1.1),  $\text{м}$ .

**Сила сопротивления разгону** возникает в результате затраты энергии на раскручивание вращающихся частей двигателя и трансмиссии, а также колес при разгоне автомобиля

$$P_{И} = \frac{G}{g} \cdot \delta_{ер} \cdot a, \text{ Н} \quad (1.8)$$

где  $\delta_{ер}$  - коэффициент учета вращающихся масс автомобиля (для высшей передачи можно ориентировочно принять равным  $\delta_{ер}=1,1$ );  $a$  - ускорение автомобиля,  $\text{м}/\text{с}^2$ .

Мощности на преодоление сил сопротивления движению (кВт) равны

$$N_K = \frac{P_K \vartheta}{3600}; \quad N_Y = \frac{P_Y \vartheta}{3600}; \quad N_B = \frac{P_B \vartheta}{3600}; \quad N_{И} = \frac{P_{И} \vartheta}{3600} \quad (1.9)$$

В случае, если автомобиль движется по горизонтальной дороге без ускорения (установившееся равномерное движение), то  $P_Y = 0$  и  $P_{И} = 0$ .

Мощность двигателя (кВт) автомобиля, затрачиваемую на преодоление сопротивлений движению можно определить по формуле

$$N_{\deltaе} = \frac{N_K + N_Y + N_B + N_{И}}{\eta_{mp}}, \quad (1.10)$$

где  $\eta_{mp}=0,85 \dots 0,9$ - коэффициент полезного действия трансмиссии (меньшие значения соответствуют автомобилям высокой проходимости).

Максимальный подъем дороги автомобиль преодолевает на первой передаче без ускорения ( $P_{И} = 0$ ). Поскольку скорость машины невелика, для упрощения расчетов можем принять  $P_B \approx 0$ . Таким образом, тяговая сила  $P_T$  на ведущих колесах автомобиля тратится на преодоление сопротивления качению  $P_K$  и сопротивление уклону  $P_Y$  (рис.1.1б). Спроецируем силы, действующие на автомобиль, на поверхность дороги

$$P_T^{max} = P_K + P_Y, \quad (1.11)$$

где  $P_T^{max}$  - максимальная сила тяги на ведущих колесах автомобиля, при его движении на низшей (первой) передаче,  $\text{Н}$ .

Сила  $P_T^{max}$  ( $\text{Н}$ ) может быть определена по формуле

$$P_T^{max} = 3600 \frac{N_{\deltaе}^H \eta_{mp}}{\vartheta_1}, \quad (1.12)$$

где  $N_{\deltaе}^H$  - номинальная мощность двигателя автомобиля (табл.1.1),  $\text{кВт}$ ;  $\vartheta_1$  - скорость движения автомобиля на первой передаче (табл.1.1),  $\text{км}/\text{ч}$ .

Из уравнения (1.11) выразим силу сопротивления уклону

$$P_y = P_T^{max} - P_K. \quad (1.13)$$

Запишем уравнение (1.13) с учетом зависимостей (1.4), (1.12) и (1.3)

$$G \cdot \sin \alpha_{max} = 3600 \frac{N_{\partial \epsilon}^H \eta_{mp}}{g_1} - G \cdot f \cdot \cos \alpha_{max}, \quad (1.14)$$

где  $\alpha_{max}$  - максимальный, преодолеваемый автомобилем, уклон дороги, град.

Для упрощения последующих преобразований можно принять, что  $\cos \alpha_{max} \approx 1$ , тогда

$$G \cdot \sin \alpha_{max} = 3600 \frac{N_{\partial \epsilon}^H \eta_{mp}}{g_1} - G \cdot f, \quad (1.15)$$

Выразим из уравнения (1.15) максимальный угол подъема

$$\alpha_{max} = \arcsin \left( \frac{3600 N_{\partial \epsilon}^H \eta_{mp}}{g_1 \cdot G} - f \right). \quad (1.16)$$

Однако, в случае, когда сцепление колес автомобиля с дорогой невелико (мокрая, грязная, заснеженная, обледенелая дорога) автомобиль не может развить максимальную тягу (колеса буксуют) и угол преодолеваемого уклона будет меньше чем на сухой дороге, поэтому угол преодолеваемого уклона находят также из условия силы тяги автомобиля по сцеплению.

Преобразуем уравнение (1.13) для расчета уклона из условия сцепления

$$P_y = P_T^{cu} - P_K, \quad (1.17)$$

где  $P_T^{cu}$  - сила тяги автомобиля по сцеплению, Н.

Сила тяги по сцеплению

$$P_T^{cu} = G_{cu} \cdot \varphi_{cu}, \quad (1.18)$$

где  $G_{cu}$  - сцепной вес (вес машины, приходящийся на ведущие колеса, на автомобилях с задними ведущими колесами с увеличением угла подъема дороги возрастает за счет перераспределения силы тяжести автомобиля между мостами), для грузовиков с полной нагрузкой при колесной формуле 4x2  $G_{cu} = (0,6..0,7) \cdot G$ ; при колесной формуле 6x4  $G_{cu} = (0,7..0,8) \cdot G$ ; для полноприводных машин (колесная формула 4x4 или 6x6)  $G_{cu} = G$ , Н;  $\varphi_{cu}$  - коэффициент сцепления колеса с дорогой, величины  $\varphi_{cu}$  в зависимости от типа и состояния покрытия дороги приведены в таблице 1.2.

После преобразований выразим из уравнения (1.17) максимальный угол подъема автомобиля из условия силы тяги по сцеплению

$$\alpha_{max}^{cu} = \arcsin \left( \frac{G_{cu} \cdot \varphi_{cu}}{G} - f \right). \quad (1.19)$$

Максимальную скорость движения  $g_{max}$  при полной загрузке автомобиль может достичь при движении по горизонтальной дороге ( $P_y = 0$ ), при  $g_{max}$  дальнейшее ускорение автомобиля невозможно ( $P_{и} = 0$ ). Таким образом, тяго-

вая сила  $P_T$  на ведущих колесах автомобиля тратится на преодоление сопротивления качению  $P_K$  и ветровое сопротивление  $P_B$  (рис.1.1в). Спроецируем силы, действующие на автомобиль, на поверхность дороги

$$P_T = P_K + P_B. \quad (1.20)$$

Следовательно, мощность двигателя, подводимая к ведущим колесам автомобиля, является суммой мощностей затрачиваемых на преодоление сопротивления качению и ветрового сопротивления

$$N_{дв}^H = \frac{N_K + N_B}{\eta_{mp}}, \quad (1.21)$$

Преобразуем уравнение (1.21) с учетом зависимостей (1.9), (1.2) и (1.6)

$$N_{дв}^H \cdot \eta_{mp} = \frac{G \cdot f \cdot g_{max}}{3600} + \frac{k_B \cdot F \cdot g_{max}^2 \cdot g_{max}}{13 \cdot 3600}, \text{ кВт} \quad (1.22)$$

Выразим максимально возможный коэффициент сопротивления дороги, при котором автомобиль сможет развить максимальную скорость

$$f = \frac{3600 N_{дв}^H \cdot \eta_{mp} - k_B \cdot F \cdot g_{max}^3 / 13}{G \cdot g_{max}}. \quad (1.23)$$

При движении автомобиля под уклон при выключенном двигателе ( $P_T = 0$ ) движущей силой будет являться сопротивление уклону  $P_Y$ , направленная в сторону движения. Движущая сила  $P_Y$  будет тратиться на преодоление сопротивления качению  $P_K$  и сопротивление воздуха  $P_B$  (рис.1.1г). Спроецируем силы, действующие на автомобиль, на поверхность дороги

$$P_Y = P_K + P_B. \quad (1.24)$$

Преобразуем уравнение (1.24) с учетом зависимостей (1.4), (1.3) и (1.6)

$$G \cdot \sin \alpha_y = G \cdot f \cdot \cos \alpha_y + \frac{k_B \cdot F \cdot g^2}{13}. \quad (1.25)$$

Выразим из уравнения (1.25) максимальную скорость движения автомобиля на спуске

$$g = \sqrt{\frac{13G(\sin \alpha_y - f \cdot \cos \alpha_y)}{k_B \cdot F}}. \quad (1.26)$$

Пример графиков зависимости сопротивлений от скорости движения автомобиля.

а) зависимость сопротивления качению и воздуха.

б) сопротивление передвижению.

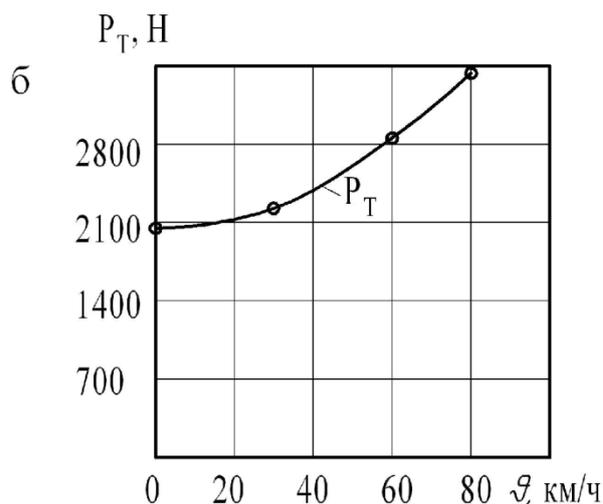
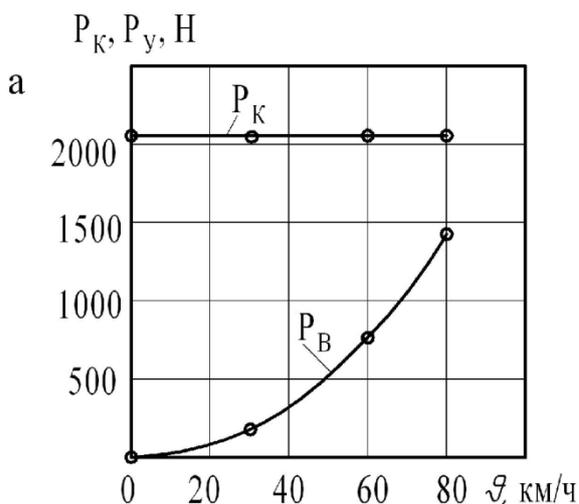


Таблица 1- Варианты заданий к упражнению №1

№ зар.	Тип пожарного автомобиля	Марка пожарного автомобиля	Базовое шасси	Колесная формула	Масса авт. М, кг	Ном. мощ. двиг. $N_{дв}^H$ , кВт	Расх. топ. на 100 км	Ширина авт. В, м	Высота авт. Н, м	Мин. скор. авт., $v_1$ , км/ч	Макс. скор. авт. $v_{max}$ , км/ч	Тип дороги*	Угол подъема дороги $\alpha$ , град	Ускорение авт. $a$ , м/с <sup>2</sup>	Скорость движ. авт. $v$ , км/ч
1	Авт. первой помощи	АПП-0,5-02	ГАЗ-33023	4x2	3500			2,05	2,5		100	асф.	1,0	1,0	60
2	Пожарные автоцистерны	АЦ 1,5-30 (5301)	ЗИЛ-5301ФБ	4x2	7770	77	12	2,27	2,89	11	90	асф.	1,5	0,8	55
3		АЦ-40 (130)	ЗИЛ-130	4x2	9100	110	29	2,5	3,0	11	90	сн.	2,0	0,6	50
4		АЦ-40 (131)	ЗИЛ-131	6x6	11050	110	40	2,5	3,0	10	80	асф.	2,5	0,4	45
5		АЦ 3,0-40 (433104)	ЗИЛ-433104	4x2	11780	136	18	2,5	3,0	11	95	щеб	3,0	0,2	40
6		АЦ 5,0-40 (43253)	КамАЗ-43253	4x2	14710	176	32	2,5	3,25	9	80	гр.	1,0	1,0	60
7		АЦ 5,0-40 (5557)	Урал-5557	6x6	15600	132	24	2,5	3,2	8	70	гр.	1,5	0,8	55
8		АЦ 5,0-40 (43114)	КамАЗ-43114	6x6	15500	176	32	2,5	3,35	9	90	сн.	2,0	0,6	50
9		Пожарные аэродромные автомобили	АА-40 (43105)	КамАЗ-43105	6x6	15530	176	32	2,5	3,6	9	85	асф.	2,5	0,4
10	АА 8,5-40 (43118)		КамАЗ-43118	6x6	20050	191	34	2,5	3,2	9	80	асф.	3,0	0,2	40
11	Авт. пенного тушения	АА-60 (7310)	МАЗ-7310	8x8	42490	243	38	3,16	3,29	9	60	асф.	1,0	1,0	60
12		АВ-40 (53215)	КамАЗ-53215	6x4	19000	176	27	2,5	2,85	10	85	гр.	1,5	0,8	55
13	Пожарные автолестницы	АЛ-30 (131)	ЗИЛ-131	6x6	10200	110	40	2,5	3,2	10	80	щеб	2,0	0,6	50
14		АЛ-50 (53229)	КамАЗ-53229	6x4	24000	176	32	2,5	3,7	10	80	асф.	2,5	0,4	45
15	Авт. колесчатый подъем.	АКП-50 (6923)	МЗКТ-6923	8x4	36000	294	48	2,5	3,8	10	75	асф.	3,0	0,2	40
16	Авт. связи и освещения	АСО-20 (3308)	ГАЗ-3308	4x4	5950	92	24	2,4	3,5	11	80	щеб	1,0	1,0	60
17	Автомобили штабные	АШ-5 (3221)	ГАЗ-3221	4x2	3500			2,2	2,1			сн.	1,5	0,8	55
18		АШ-5 (452)	УАЗ-452	4x4	2740	55	13	1,94	2,09	16	95	гр.	2,0	0,6	50
19	Авт. газодымозащ. служ.	АГ-12 (3205)	ПАЗ-3205	4x2	7090	88	25	2,4	3,05	11	80	щеб	2,5	0,4	45
20	Авт. дымоудаления	АД-90 (66)	ГАЗ-66	4x4	6120	85	24	2,3	2,5	12	90	сн.	3,0	0,2	40
21	Авар.-спасат. авт.	АСА-20 (43101)	КамАЗ-43101	6x6	15100	176	32	2,5	3,4	9	85	асф.	1,0	1,0	60
22	Авт. газовойдяного тушения	АГВТ-100 (131)	ЗИЛ-131	6x6	10475	110	40	2,6	3,1	10	80	щеб	1,5	0,8	55
23		АГВТ-150 (43114)	КамАЗ-43114	6x6	13300	164	32	2,73	2,8	9	80	гр.	2,0	0,6	50
24	Авт. газового тушения	АГТ-0,25 (3303)	УАЗ-3303	4x2	2700	56,7	13	1,94	2,09	16	85	асф.	2,5	0,4	45
25		АГТ-0,6 (3309)	ГАЗ-3309	4x2	7850	92	24	2,4	3,5	11	80	асф.	3,0	0,2	40

\* Тип покрытия: асф.- асфальтобетон; щеб.- дорога с щебеночным покрытием; гр.- грунтовая дорога (без покрытия); сн.- накатанный снег.

## 2.4 Задание на практическую работу №2

Расчет и анализ тормозных свойств пожарных автомобилей.

- Определение замедления и времени экстренного торможения.
- Определение тормозного пути.
- Построение графиков зависимости  $\lambda = f(v)$  и  $\lambda = f(\phi)$ .
- Определение тормозного пути на наклонном участке дороги.
- Определение остановочного пути.
- Определение пути движения автомобиля на выбеге.
- Определение уклона дороги, при котором автомобиль начнет движение.

### Задание

Провести расчет тормозных свойств пожарных автомобилей, согласно исходным данным, представленным в таблице 1.1.

1. Определить замедление и время экстренного торможения пожарного автомобиля при движении со скоростью  $\mathcal{G}$  по сухой дороге.

2. Определить тормозной путь  $S_T$  автомобиля на сухом и влажном асфальтобетонном покрытии, а также на заснеженной дороге при его движении на горизонтальном участке дороги со скоростью 40, 60 и  $\mathcal{G}_{max}$  км/ч.

3. Построить графики зависимости длины тормозного пути от скорости движения автомобиля и состояния дорожного покрытия  $S_T = f(\mathcal{G})$  и  $S_T = f(\varphi_{сц})$  для экстренного торможения автомобиля.

4. Определить тормозной путь  $S_T$  автомобиля на участках дороги с уклонами  $\alpha$  равными 4, 2, 0 град., движущегося на подъем и под уклон со скоростью 60 км/ч. Построить график  $S_T = f(\alpha)$ .

5. Найти остановочный путь автомобиля при движении по горизонтальному участку мокрой дороги со скоростью  $\mathcal{G}$ .

6. Определить путь движения автомобиля на выбеге  $S_B$  при его движении по горизонтальному участку дороги.

7. Определить уклон дороги, при котором незаторможенный автомобиль начнет движение.

Тормозные свойства автомобиля имеют важное значение, так как от них во многом зависит безопасность движения. Измерителями тормозных свойств являются замедление при торможении  $a_3$ , м/с<sup>2</sup>; время торможения  $t_T$ , с; тормозной путь  $S_T$ , м. Экстренным называется режим торможения, при котором тормозные силы на колесах достигают величины, максимально возможной по сцеплению. Экстренное торможение применяется в эксплуатации сравнительно редко и обычно составляет 3...5%, при этом замедление на сухом асфальтобетоне может достигать 7,5...8 м/с<sup>2</sup>. Экстренное торможение вызывает повышенный износ шин и тормозных механизмов.

При торможении автомобиля движущей силой будет сила инерции  $P_{и}$ , а удерживающими силами будут сила сопротивления воздуха  $P_B$  (при экстренном торможении скорость автомобиля быстро падает, и влияние силы сопротивления воздуха незначительно, поэтому можно принять  $P_B \approx 0$ ), сила сопротивления уклону  $P_{\gamma}$  (при движении на подъем) и тормозные силы на колесах  $R_{X1}$  и  $R_{X2}$  (рис.2.1а).

Для горизонтальной дороги и дорог, имеющих небольшие уклоны, при экстренном торможении замедление равно

$$a_3 = \varphi_{сц}g, \quad (2.1)$$

где  $\varphi_{сц}$  - коэффициент сцепления колеса с дорогой (табл.1.2).

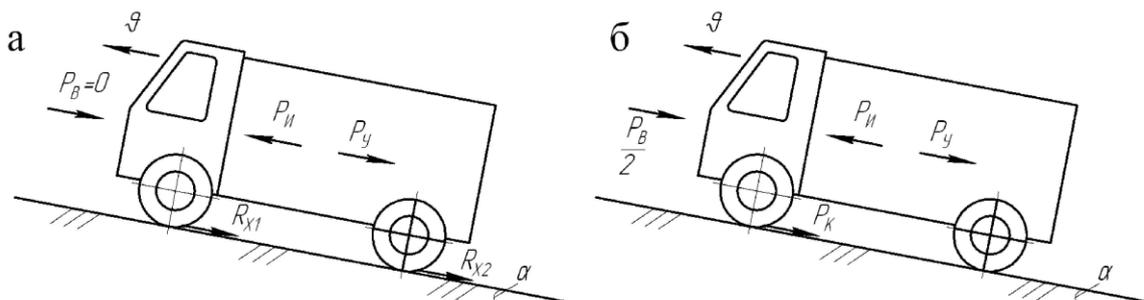


Рис.2.1 Силы, действующие на автомобиль: а- при экстренном торможении; б- при движении на выбеге

При торможении автомобиля от начальной скорости  $v_H = v$  (км/ч) до полной остановки, когда конечная скорость  $v_K = 0$ , время торможения равно

$$t_T = \frac{v}{35\varphi_{сц}}. \quad (2.2)$$

**Тормозной путь**- это расстояние, проходимое автомобилем с момента начала торможения до полной остановки, в течение которого замедление имеет максимальную величину. При торможении на горизонтальном участке дороги тормозной путь равен

$$S_T = \frac{k_{\text{Э}}v^2}{254\varphi_{сц}}, \quad (2.3)$$

где  $k_{\text{Э}}$  - коэффициент эффективности торможения, учитывает несоответствие тормозных усилий на колесах и приходящийся на них сцепной вес, неравномерность действия тормозных колодок, конструктивные параметры тормозных механизмов, для сухих дорог  $k_{\text{Э}} = 1,2..1,6$  (для дорог с коэффициентом сцепления  $\varphi_{сц} < 0,3$  учитывает лишь одновременное торможение колес  $k_{\text{Э}} = 1,1..1,2$ ).

Расчетные значения тормозного пути  $S_T$  занести в табл.2.1.

Табл.2.1 Длина тормозного пути, м

Тип покрытия	Коэффициент сцепления $\varphi_{сц}$	Скорость движения автомобиля, км/ч		
		40	60	$v_{max}$
Сухой асфальтобетон				
Мокрый асфальтобетон				
Укатанный снег				

По данным табл.2.1 построить графики  $S_T = f(v)$  и  $S_T = f(\varphi_{сц})$  (рис.2.2).

Тормозной путь автомобиля, движущегося по наклонному участку дороги

$$S_T = \frac{k_{\text{Э}}v^2}{254\varphi_{сц}(\cos\alpha \pm \text{tg}\alpha)}, \quad (2.4)$$

где  $\alpha$  - уклон дороги, знак «-» ставится, если машина движется под уклон, знак «+», если машина движется на подъем.

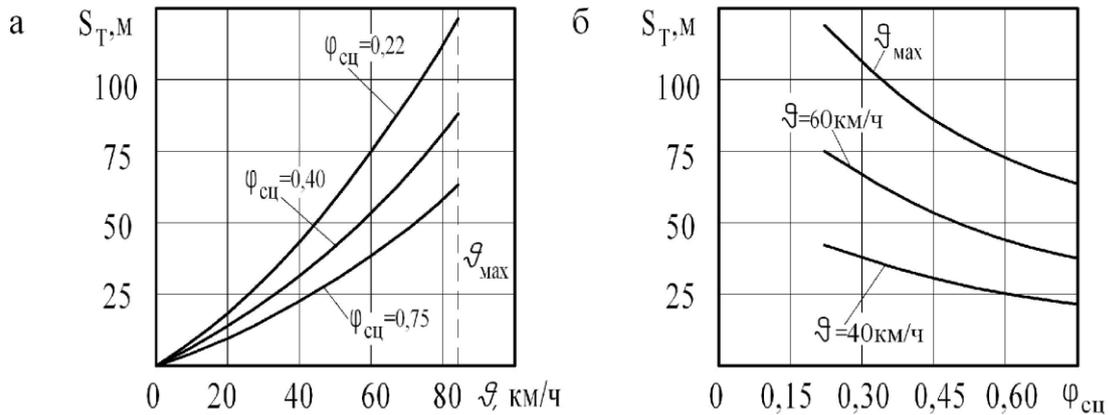


Рис.2.2 Графики зависимости тормозного пути  $S_T$  от: а- скорости движения  $v$  автомобиля; б- коэффициента сцепления колес с дорогой  $\varphi_{сц}$

**Остановочный путь-** это расстояние, проходимое автомобилем от момента, когда водитель заметил препятствие, до полной остановки автомобиля. Остановочный путь больше, чем тормозной, так как он кроме тормозного пути дополнительно еще включает путь, проходимый машиной за время реакции водителя, время срабатывания тормозного привода и увеличения замедления

$$S_O = \frac{(t_P + t_{пр} + 0,5t_y) v}{3,6} + S_T, \quad (2.5)$$

где  $t_P = 0,3..1,5с$  - время реакции водителя, зависящее от его возраста, квалификации, утомленности;  $t_{пр} = 0,2..0,6с$  - время срабатывания тормозного привода от момента нажатия на тормозную педаль до начала действия тормозных механизмов;  $t_y = 0,2..0,5с$  - время увеличения замедления от нуля до максимального значения.

При движении автомобиля на выбеге движущей силой будет сила инерции  $P_I$ , а удерживающими сила сопротивления воздуха  $P_B$  (поскольку сила сопротивления воздуха при торможении изменяется от первоначального значения до нуля, в расчетах можно принять это сопротивление равным  $P_B/2$ ), сила сопротивления уклону  $P_Y$  (при движении на подъем) и сила сопротивления качению  $P_K$  (рис.2.1б). Путь  $S_B$  (м), пройденный автомобилем на выбеге, равен

$$S_B = \frac{Mv^2 \delta_{вр} \eta_{mp}}{26Mg(f \pm \sin \alpha) + 0,8BHK_8 v^2}, \quad (2.6)$$

где  $\delta_{вр} \approx 1,1$  - коэффициент учета вращающихся масс.

При стоянке автомобиля на дороге с уклоном, удерживающей силой будет сопротивление качению  $P_K$ , а движущей силой сопротивление уклону  $P_Y$  (рис.1.1.г). В случае если удерживающая сила будет меньше движущей силы, а тормоза будут выключены, автомобиль начнет движение, в начале движения можем принять, что  $P_B = 0$  и  $P_I = 0$ . Тогда

$$G \cdot \sin \alpha_{де} = G \cdot f \cdot \cos \alpha_{де}, \quad (2.7)$$

где  $\alpha_{\text{де}}$  - уклон дороги, при котором начнется движение расторможенного автомобиля, град.

Из уравнения (2.7) можем выразить искомый уклон дороги

$$\alpha_{\text{де}} = \arctg(f). \quad (2.8)$$

Таблица 1.2. Значения коэффициентов сопротивления качению и сцепления

Тип покрытия	Сухое		Влажное	
	$f$	$\varphi_{\alpha}$	$f$	$\varphi_{\alpha}$
Асфальтобетон	0,015... 0,022	0,7... 0,8	0,02... 0,025	0,35... 0,45
Щебеночное	0,025... 0,05	0,6... 0,7	0,025... 0,05	0,3... 0,4
Грунтовая дорога	0,025... 0,04	0,5... 0,6	0,1... 0,2	0,2... 0,4
Укатанный снег	0,015... 0,02	0,2... 0,25	0,03... 0,1	0,2... 0,25

## 2.5 Задание на практическую работу №3

### ЗАДАЧА №3

#### Определение сопротивления копанию грунта бульдозером

##### Задание

1. Произвести расчет сопротивления копанию грунта бульдозером.
2. Составить уравнение силового баланса машины.
3. Определить производительность бульдозера.

Исходные данные для расчета приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 Варианты заданий к практическому занятию №3

№ вар.	Марка машины	Базовый трактор	Масса $M$ , кг	Длина отвала $B$ , м	Высота отвала $H$ , м	Мощность двигателя $N_{дв}^H$ , кВт	Грунт	Дальн. трансп. $L_{тр}$ , м
1	ДЗ-82	МТЗ-82*	3990	2,10	0,68	55	Песок	40
2	ДЗ-186	ДТ-75Н	7400	2,56	0,80	70	Сугл.	50
3	ДЗ-42	ДТ-75	6925	2,52	0,95	55	Супесь	55
4	Д-714С	Т-180С	22068	3,64	1,23	129	Глина	80
5	ДЗ-52	Т-4П	10180	2,94	1,10	95	Песок	60
6	ДЗ-101	Т-4АП1	9648	2,60	0,90	95	Сугл.	45
7	ДЗ-48	К-702*	18100	3,60	1,20	147	Супесь	120
8	ДЗ-54С	Т-100МГП	13780	3,20	1,20	80	Глина	70
9	ДЗ-17	Т-100М	14000	3,94	1,00	80	Песок	65
10	Д-384	ДЭТ-250	28535	4,50	1,40	221	Сугл.	100
11	ДЗ-27С	Т-130	15710	3,20	1,30	103	Супесь	75
12	ДЗ-59ХЛ	Т-330	45825	4,73	1,75	243	Глина	90
13	ДЗ-110ХЛ	Т-130БГ-1	16370	3,22	1,14	118	Песок	70
14	ДЗ-141УХЛ	Т-500	58600	5,10	1,80	353	Сугл.	110
15	ДЗ-171.1	Т-170.1	18600	3,64	1,48	125	Супесь	80
16	Б-10.02Е	Т-10.02	20157	3,68	1,40	132	Глина	85
17	ДЗ-24	Т-180Г	18340	3,92	1,35	129	Песок	70
18	ДЗ-34С	ДЭТ-250	31380	4,54	1,55	221	Супесь	95
19	ДЭТ-350 Б1Р	ДЭТ-350	44427	4,70	1,65	257	Глина	105
20	Амкодор-872	Спец. шас.*	27000	4,10	1,49	246	Сугл.	130
21	ДЗ-37	МТЗ-52*	3300	2,00	0,65	40	Песок	45
22	Б-170М.01	Т-170.01	18595	3,75	1,38	125	Сугл.	70
23	ДЗ-162-1	ДТ-75Т-РС2	7160	2,65	0,85	70	Супесь	60
24	ДЗ-19	Т-100МГП	13530	3,06	0,88	80	Глина	80
25	ДЗ-90С	Т-130	16500	3,20	1,30	103	Супесь	90

\* колесное базовое шасси

Тяговый расчет включает в себя составление уравнения силового баланса машины, которое показывает, каким образом движущее усилие, создаваемое на ведущих колесах или звездочках, распределяется по отдельным видам сопротивлений. Для нормальной работы бульдозера необходимо соблюдение условия

$$T_{дв} \geq T_{сц} \geq \Sigma W, \quad (3.1)$$

где  $T_{\text{дв}}$  - тяговое усилие, развиваемое двигателем машины и передаваемое на ее движитель;  $T_{\text{сц}}$  - максимальная сила тяги, развиваемая движителем из условия его сцепления с грунтом;  $\Sigma W$  - сумма сопротивлений движению.

Сила тяги (Н) из условия сцепления движителя с грунтом равна

$$T_{\text{сц}} = G_{\text{сц}} \varphi_{\text{сц}}, \quad (3.2)$$

где  $G_{\text{сц}}$  - сцепной вес машины (вес, приходящийся на ведущие колеса машины);  $\varphi_{\text{сц}}$  - коэффициент сцепления (для гусеничного движителя  $\varphi_{\text{сц}} = 0,6..0,8$ , для колесного  $\varphi_{\text{сц}} = 0,5..0,6$ ).

Сцепной вес машины (Н) можно определить по формуле

$$G_{\text{сц}} = M_{\text{сц}} g, \quad (3.3)$$

где  $M_{\text{сц}}$  - сцепная масса машины, для гусеничных и колесных полноприводных машин сцепная масса равна массе машины  $M_{\text{сц}} = M$  (табл.1), кг.

В случае, если уравнение силового баланса будет выглядеть следующим образом

$$T_{\text{дв}} \geq \Sigma W > T_{\text{сц}}, \quad (3.4)$$

то будет иметь место буксование ведущих колес (гусениц) движителя.

В случае, если

$$T_{\text{сц}} \geq \Sigma W > T_{\text{дв}}, \quad (3.5)$$

машина двигаться не сможет и двигатель заглохнет.

При лобовом резании и транспортировании грунта отвалом бульдозера по горизонтальной поверхности (рис.3.1а) возникает сумма сопротивлений (сопротивление копанию)

$$\Sigma W = W_{\text{р}} + W_{\text{тн}} + W_{\text{от}} + W_{\text{тп}} + W_{\text{т}}, \quad (3.6)$$

где  $W_{\text{р}}$  - сопротивление резанию, Н;  $W_{\text{тп}}$  - сопротивление перемещению призмы грунта перед отвалом, Н;  $W_{\text{от}}$  - сопротивление перемещению грунта вверх по отвалу, Н;  $W_{\text{тп}}$  - сопротивление, возникающее от трения ножа бульдозера о грунт, Н;  $W_{\text{т}}$  - сопротивление перемещению бульдозера, Н.

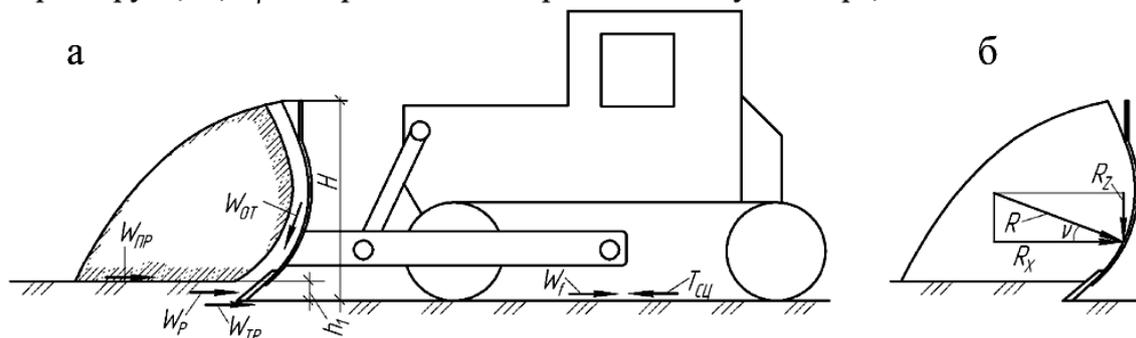


Рис.3.1 Схемы к определению сопротивления копанию грунта бульдозером

$$\text{Сопротивление резанию равно } W_{\text{р}} = K \cdot F, \quad (3.7)$$

где  $K$  - удельное сопротивление резанию, Н/м<sup>2</sup> (табл.3.2);  $F$  - площадь поперечного сечения вырезаемой стружки, м<sup>2</sup>.

Таблица 3.2 Основные параметры грунтов

Грунт	Удельное сопр. резанию $K$ , Н/м <sup>2</sup>	Кэф. трения грунта по металлу $\mu_1$	Кэф. трения грунта по грунту $\mu_2$	Объемный вес грунта $\gamma_{ар}$ , Н/м <sup>3</sup>	Кэффициент разрыхления грунта $K_p$
Песок	60000	0,40...0,50	0,55...0,65	16000...17000	1,10...1,15
Супесь	90000	0,45...0,55	0,60...0,70	16500...18000	1,12...1,17
Суглинок	120000	0,55...0,70	0,65...0,75	17000...19000	1,18...1,25
Глина	150000	0,45...0,55	0,70...0,80	18000...21000	1,22...1,32

Площадь поперечного сечения стружки равна

$$F = B \cdot h_f, \quad (3.8)$$

где  $B$  - длина отвала, м;  $h_f$  - глубина резания (м) при перемещении грунта, находится из условия восполнения потерь грунта в боковые валики, значение которых оценивается коэффициентом потерь  $K_{\pi}$  (для суглинка и глины  $K_{\pi} = 0,025.0,032$ , для супеси и песка  $K_{\pi} = 0,06.0,07$ ).

Глубину резания можно определить по формуле

$$h_f = \frac{K_{\pi} V_{\text{ПР}}}{B}, \quad (3.9)$$

где  $V_{\text{ПР}}$  - объем призмы волочения, м<sup>3</sup>.

Объем призмы волочения зависит от геометрических размеров отвала и свойств грунта

$$V_{\text{ПР}} = \frac{BH^2}{2K_{\text{ПР}}}, \quad (3.10)$$

где  $H$  - высота отвала с учетом козырька, м;  $K_{\text{ПР}}$  - коэффициент, зависящий от характера грунта (связности и коэффициента разрыхления) и от отношения  $H/B$  (табл.3.3).

Табл ачения коэффициента  $K_{\text{ПР}}$

г	Отношение $H/B$				
	0,15	0,30	0,35	0,40	0,45
Суглинок, глина	0,70	0,80	0,85	0,90	0,95
Песок, супесь	1,15	1,20	1,25	1,30	1,50

Сопротивление перемещению призмы грунта перед отвалом

$$W_{\text{ПР}} = V_{\text{ПР}} \mu_2 \frac{\gamma_{ар}}{K_p}, \quad (3.11)$$

где  $\gamma_{ар}$  - объемный вес грунта (табл.3.2), Н/м<sup>3</sup>;  $\mu_2$  - коэффициент трения грунта по грунту (табл.3.2);  $K_p$  - коэффициент разрыхления грунта (табл.3.2).

Сопротивление перемещению грунта вверх по отвалу

$$T = G_{\text{ПР}} \mu_1 \cos^2 \delta,$$

где  $G_{\text{ПР}} = V_{\text{ПР}} \gamma_{ар}$  - вес призмы грунта перед отвалом;  $\delta = 45..60^\circ$  - угол резания грунта;  $\mu_1$  - коэффициент трения грунта по металлу (табл.3.2).

Сопротивление, возникающее от трения ножа бульдозера о грунт

$$W_{TP} = \mu_1 R_Z = \mu_1 R_X \operatorname{tg} \nu, \quad (3.12)$$

где  $R_X$  и  $R_Z$  - горизонтальная и вертикальная составляющие результирующей силы сопротивления копанию ( $\nu \approx 17^\circ$  - угол наклона результирующей сил сопротивления на отвале).

Горизонтальную составляющую результирующей силы сопротивления копанию можно определить по формуле

$$R_X = W_P + W_{TP} + W_{OT}. \quad (3.13)$$

Сопротивление перемещению бульдозера

$$W_{\Psi} = Mgf, \quad (3.14)$$

где  $f = 0,10.0,12$  - коэффициент сопротивления перемещению движителей трактора.

В случае, если

$$T_{ци} < \Sigma W, \quad (3.15)$$

то копание грунта бульдозером невозможно (машина буксует).

В этом случае необходимо уменьшить величину призмы грунта перемещаемой перед отвалом (снизить высоту призмы  $H$  на 10...15%, т.е. без учета высоты козырька отвала) и повторить расчет сопротивлений, чтобы соблюдалось условие  $T_{ци} \geq \Sigma W$ .

Производительность бульдозера при резании и перемещении грунта определяется

$$\Pi = \frac{3600 V_{TP} K_B K_{УКЛ}}{K_P T_{Ц}} \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (3.16)$$

где  $K_B = 0,80.0,85$  - коэффициент использования бульдозера по времени;  $K_{УКЛ}$  - коэффициент, учитывающий влияние уклона местности на производительность бульдозера (при перемещении грунта под уклон производительность бульдозера возрастает, при перемещении грунта в гору производительность снижается), в данном расчете считаем, что бульдозер работает на горизонтальном участке и поэтому  $K_{УКЛ} = 1$ ;  $T_{Ц}$  - длительность цикла, с.

Длительность цикла определяется выражением

$$T_{Ц} = \frac{L_P}{v_P} + \frac{L_{TP}}{v_{TP}} + \frac{L_P + L_{TP}}{v_3} + t_{\Pi} + 2t_O, \quad (3.17)$$

где  $L_P = 6..10\text{м}$  - длина пути резания;  $L_{TP}$  - дальность перемещения (транспортировки) грунта (табл.3.1), м;  $v_P = 0,4..0,5 \text{ м/с}$  - скорость движения бульдозера при резании грунта;  $v_{TP}$  - скорость движения бульдозера при транспортировании грунта, м/с;  $v_3 = 1,2..2,2 \text{ м/с}$  - скорость бульдозера при движении задним ходом;  $t_{\Pi} = 4..5\text{с}$  - время на переключение передач;  $t_O = 2..3\text{с}$  - время на опускание или подъем отвала.

Скорость движения бульдозера (м/с) при перемещении грунта можем найти

$$Q_{TP} = \frac{N_{\text{дв}}^H \eta_{mp}}{\Sigma W}, \quad (3.18)$$

где  $N_{\text{дв}}^H$  - номинальная мощность двигателя машины, Вт;  $\eta_{mp} \approx 0,85$  - коэффициент полезного действия трансмиссии машины;  $\Sigma W$  - сумма сопротивлений, Н.

## 2.6 Задание на практическую работу №4

### ЗАДАЧА №4

#### Расчет комплекта машин экскаватор-автосамосвал

В результате сползания грунта образовался завал на проезжей части автомобильной дороги, для разбора завала привлекается землеройная и транспортная техника. Экскаватор разбирает завал с отгрузкой грунта в автосамосвалы, а те в свою очередь транспортируют грунт к месту отвала, находящемуся на расстоянии  $L_{TP}$ .

#### Задание

Рассчитать комплект машин экскаватор-автосамосвал согласно исходным данным, представленным в таблице 4.1.

1. Подобрать рациональный типоразмер автосамосвалов для имеющегося экскаватора.

2. Определить требуемую мощность двигателя для движения автомобиля со скоростью 20, 40, 60, 80 км/ч. Построить графики  $N_{дв}^{зр} = f(g)$  и  $N_{дв}^{хх} = f(g)$

3. С помощью построенных графиков определить скорости движения автомобиля с грузом  $g_{зр}$  и без груза (холостой ход)  $g_{хх}$ . Вычислить время цикла автомобиля.

4. Определить производительность экскаватора и автосамосвалов, рассчитать количество автосамосвалов, обслуживаемых одним экскаватором.

5. Найти время, за которое будет выполнена работа по разбору завала.

В комплекте «экскаватор-автосамосвал» главной машиной является экскаватор и поэтому автосамосвал принимается с учетом параметров экскаватора. Грузоподъемность автосамосвала подбирается из условия наполнения его кузова экскаватором 5...7 ковшами. В случае, если автосамосвал заполняется меньшим количеством ковшей, но большей вместимости, то конструкция автосамосвала будет испытывать значительные нагрузки, которые отрицательно скажутся на надежности и долговечности машины. При загрузке кузова экскаватором с очень маленьким ковшом, самосвал будет слишком много времени находиться под загрузкой и его производительность снизится.

В задании указывается марка экскаватора, тип грунта и сложность его разработки, с учетом этих данных определим рациональный типоразмер (грузоподъемность) автосамосвала (кг)

$$Q_A = \frac{(5..7) V_K K_H \gamma_{зр}}{K_P g}, \quad (4.1)$$

где 5..7 - рекомендуемое число ковшей, обеспечивающее полную загрузку кузова автосамосвала;  $V_K$  - вместимость ковша экскаватора,  $m^3$ ;  $K_H = 1,0..1,2$  - коэффициент, учитывающий наполнение ковша экскаватора грунтом;  $K_P$  - коэффициент, учитывающий разрыхление грунта (табл.3.2);  $\gamma_{зр}$  - объемный вес грунта в плотном теле (табл.3.2),  $H/m^3$ ;  $g = 9,81 m/c^2$  - ускорение свободного падения.

Таблица 4.1 Варианты заданий к практическому занятию №4

№ вар	Марка экскаватора	Тип грунта	Условия работы	Объем завала $V$ , м <sup>3</sup>	Уклон дороги* $\alpha$ , град	Дальность транспорт. грунта $L_{TP}$ , м	Тип покрытия дороги	Максим. скорость движения $\mathcal{D}_0$ , км/ч
1	ЭО-2621	песок	легкие	2000	-2,5	1000	асфальт	70
2	ЭО-3322	супесь	средние	2500	-2,0	1500	щебень	60
3	ЭО-4323	сугл.	средние	3000	-1,5	2000	асфальт	80
4	ЭО-4121	глина	тяжелые	3500	-1,0	2500	асфальт	75
5	ЭО-5122	песок	легкие	5000	-0,5	3000	щебень	55
6	ЭО-2621	супесь	средние	1500	0,0	3500	грунт	60
7	ЭО-3322	сугл.	средние	2200	0,5	4000	асфальт	60
8	ЭО-4323	глина	тяжелые	3300	1,0	4500	асфальт	50
9	ЭО-4121	песок	легкие	3700	1,5	5000	щебень	55
10	ЭО-5122	супесь	легкие	7000	2,0	5500	грунт	40
11	ЭО-2621	сугл.	средние	1200	2,5	6000	асфальт	45
12	ЭО-3322	глина	средние	2100	3,0	6500	асфальт	55
13	ЭО-4323	песок	легкие	3400	-3,0	7000	щебень	65
14	ЭО-4121	супесь	средние	4800	-2,5	1500	грунт	60
15	ЭО-5122	сугл.	тяжелые	9500	-2,0	2000	асфальт	70
16	ЭО-2621	глина	средние	1000	-1,5	2500	асфальт	75
17	ЭО-3322	песок	легкие	1600	-1,0	3000	щебень	60
18	ЭО-4323	супесь	средние	2800	-0,5	3500	грунт	50
19	ЭО-4121	сугл.	тяжелые	3900	0,0	4000	асфальт	50
20	ЭО-5122	глина	тяжелые	7500	0,5	4500	асфальт	60
21	ЭО-2621	песок	легкие	1300	1,0	5000	щебень	70
22	ЭО-3322	супесь	средние	2400	1,5	5500	грунт	45
23	ЭО-4323	сугл.	средние	3900	2,0	6000	асфальт	80
24	ЭО-4121	глина	тяжелые	6200	2,5	6500	асфальт	70
25	ЭО-5122	супесь	средние	8400	3,0	7000	щебень	60

\* Уклон дороги со знаком «-» соответствует движению груженого самосвала под уклон, а со знаком «+» вверх по уклону

На один и тот же экскаватор в зависимости от сложности (условий) разработки грунта могут навешиваться ковши различной вместимости. При разработке тяжелых грунтов (IV категория прочности) используют упрочненные ковши уменьшенной вместимости; грунтов II-III категории прочности - стандартной вместимости; слабых грунтов и легких материалов- облегченные ковши увеличенной вместимости (табл.4.2).

Таблица 4.2 Основные параметры одноковшовых экскаваторов

Марка экскаватора	Вместимость ковша (м <sup>3</sup> ), условия разработки грунта			Время цикла $T_{ц}^{\mathcal{E}}$ , с
	Тяжелые	Средние	Легкие	
ЭО-2621	-	0,25	0,40	15
ЭО-3322	0,40	0,50	0,65	16
ЭО-4323	0,40	0,65	1,00	16
ЭО-4121	0,65	1,00	1,50	18
ЭО-5122	1,00	1,60	2,50	22

После подстановки значений получаем интервал необходимой грузоподъемности автосамосвала  $Q_d$  (кг). По данным таблицы 4.3 принимаем автосамосвал и уточняем, каким количеством ковшей будет загружаться его кузов

$$c = \frac{Q_d K_P g}{V_K K_H \gamma_{ар}}, \quad (4.2)$$

где  $c$  - количество ковшей, округлить до ближайшего целого значения.

По известным формулам (практическое занятие №1) определим мощности необходимые на преодоление сопротивлений качению  $P_K$ , уклону  $P_U$  и ветрового сопротивления  $P_B$  (рис.4.1), а также потребную мощность двигателя  $N_{дв}$ , при движении автомобиля со скоростью 20, 40, 60 и 80 км/ч с грузом и без груза, для упрощения расчетов примем, что автомобиль движется равномерно ( $P_{и} = 0$ ).

Таблица 4.3 Основные параметры автосамосвалов

Марка	Грузоподъемность $Q_d$ , кг	Масса $M$ , кг	Мощн. двиг. $N_{дв}^H$ , кВт	Ширина $B$ , м	Высота $H$ , м
ГАЗ-САЗ-53Б	3500	3750	85	2,48	2,41
ЗИЛ-ММЗ-555	5250	4570	110	2,42	2,50
ЗИЛ-ММЗ-554	5750	5125	110	2,50	2,60
МАЗ-5549	8000	7225	132	2,50	2,72
Урал-5557	10300	9980	169	2,50	2,98
КрАЗ-256Б1	12000	11000	176	2,64	2,83
КамАЗ-65111	14000	10350	191	2,50	3,05
Урал-63621	18000	10650	294	2,50	3,17
КамАЗ-6520	20000	13100	235	2,50	3,05

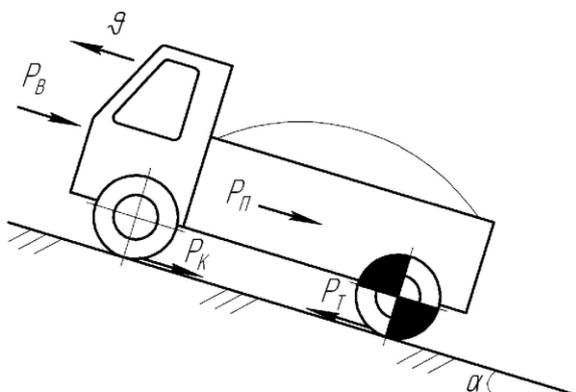


Рис.4.1 Схема к определению мощности на преодоление сопротивлений движению

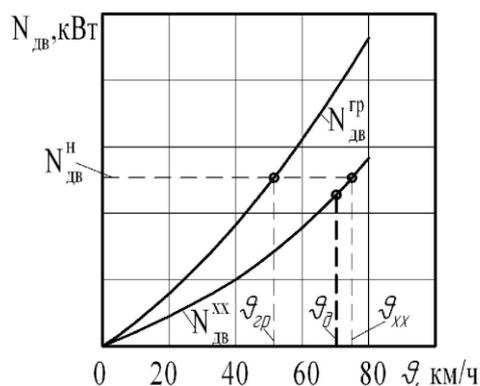


Рис.4.2 Графики зависимости потребной мощности двигателя от скорости движения

При определении сопротивления качения, сила тяжести автомобиля с грузом равна  $G = (M + Q_d)g$ , без груза -  $G = Mg$ , где  $M$  - масса автосамосвала (табл.4.3), кг. В случае, когда автомобиль движется под уклон, сила сопротивления уклону  $P_U$  и мощность на ее преодоление  $N_U$  принимаются со знаком «-». Полученные данные занесем в таблицу 4.4.

Таблица 4.4 Мощности на преодоление сопротивлений движению автомобиля, кВт

Скорость движения $\vartheta$ , км/ч	Движение автомобиля с грузом				Движение автомобиля без груза			
	$N_K^{ep}$	$N_U^{ep}$	$N_B^{ep}$	$N_{\partial e}^{ep}$	$N_K^{xx}$	$N_U^{xx}$	$N_B^{xx}$	$N_{\partial e}^{xx}$
20								
40								
60								
80								

По данным таблицы 4.4 построим графики  $N_{\partial e}^{ep} = f(\vartheta)$  и  $N_{\partial e}^{xx} = f(\vartheta)$ . На оси ординат (рис.4.2) откладываем номинальную мощность двигателя автомобиля  $N_{\partial e}^H$  (табл.4.3) и проводим прямую до пересечения ее с графиками  $N_{\partial e}^{ep}$  и  $N_{\partial e}^{xx}$ . Из точек пересечения опускаем перпендикуляры к оси абсцисс. Точки пересечения с осью абсцисс покажут скорости движения автомобиля с грузом  $\vartheta_{ep}$  и без груза (холостой ход)  $\vartheta_{xx}$ , при условии полного использования мощности двигателя автосамосвала. В случае, если скорость  $\vartheta_{ep}$  или  $\vartheta_{xx}$  превышают допустимую скорость движения  $\vartheta_{\partial}$  автомобиля, то транспортные скорости машины надо ограничить согласно условиям безопасности движения на данной трассе:  $\vartheta_{ep} = \vartheta_{\partial}$ , или  $\vartheta_{xx} = \vartheta_{\partial}$ , или  $\vartheta_{ep} = \vartheta_{xx} = \vartheta_{\partial}$ .

Определив транспортные скорости, можем рассчитать время цикла автосамосвала, которое складывается из времени загрузки самосвала экскаватором, транспортировки и разгрузки грунта и времени холостого хода (с)

$$T_{\partial}^A = cT_{\partial}^{\partial A} + \frac{3,6L_{TP}}{\vartheta_{ep}} + t_P + \frac{3,6L_{TP}}{\vartheta_{xx}}, \quad (4.3)$$

где  $T_{\partial}^{\partial A}$  - время цикла экскаватора при загрузке грунта в автосамосвал, с;  $L_{TP}$  - дальность транспортировки грунта (табл.4.1), м;  $t_P = 60..100$  - время разгрузки автосамосвала (большее время разгрузки соответствует более крупным самосвалам).

При разгрузке ковша экскаватора в кузов автосамосвала, время цикла экскаватора, по сравнению с разгрузкой в отвал, несколько возрастает

$$T_{\partial}^{\partial A} \approx 1,25T_{\partial}^{\partial}, \quad (4.4)$$

где  $T_{\partial}^{\partial}$  - время цикла экскаватора при разгрузке грунта в отвал (табл.4.2), с.

Производительность одноковшового экскаватора (м<sup>3</sup>/ч)

$$П_{\partial} = \frac{360Q_K K_H K_B}{T_{\partial}^{\partial A} K_P}, \quad (4.5)$$

где  $K_B \approx 0,9$  - коэффициент использования внутрисменного времени экскаватором, учитывает потери времени на маневрирование, ожидание при смене автосамосвалов и т.п.

Производительность автосамосвала (м<sup>3</sup>/ч)

$$\Pi_A = \frac{3600cV_K K_H K_B}{T_u^A K_P}, \quad (4.6)$$

где  $K_B \approx 0,9$  - коэффициент использования внутрисменного времени автосамосвалом, учитывает потери времени на разгоны и торможения, ожидание погрузки и т.п.

Количество автосамосвалов, которые может загружать экскаватор без простоев машин равно

$$K_A = \Pi_{\text{Э}} / \Pi_A. \quad (4.7)$$

При получении не целого значения необходимо округлить его до большего, поскольку предпочтительнее, чтобы автомобиль находился в ожидании погрузки (более дешевая машина), чем простаивал экскаватор в ожидании автосамосвала.

Время, за которое будет произведен разбор завала

$$T = \frac{VK_{BO}}{\Pi_{\text{Э}}}, \quad (4.8)$$

где  $V$  - объем работ при разборе завала, м<sup>3</sup>;  $K_{BO} \approx 0,95$  - коэффициент, учитывающий потери времени на организационно-технические мероприятия (заправка топливом, обслуживание машин, прием и сдача смен и т.п.).

Таблица 3.2 Основные параметры грунтов

Грунт	Удельное сопр. резанию $K$ , Н/м <sup>2</sup>	Кэф. трения грунта по металлу $\mu_1$	Кэф. трения грунта по грунту $\mu_2$	Объемный вес грунта $\gamma_{gp}$ , Н/м <sup>3</sup>	Кэффициент разрыхления грунта $K_P$
Песок	60000	0,40...0,50	0,55...0,65	16000...17000	1,10...1,15
Супесь	90000	0,45...0,55	0,60...0,70	16500...18000	1,12...1,17
Суглинок	120000	0,55...0,70	0,65...0,75	17000...19000	1,18...1,25
Глина	150000	0,45...0,55	0,70...0,80	18000...21000	1,22...1,32

Таблица 1.2. Значения коэффициентов сопротивления качению и сцепления

Тип покрытия	Сухое		Влажное	
	$f$	$\varphi_{\alpha}$	$f$	$\varphi_{\alpha}$
Асфальтобетон	0,015...0,022	0,7...0,8	0,02...0,025	0,35...0,45
Щебеночное	0,025...0,05	0,6...0,7	0,025...0,05	0,3...0,4
Грунтовая дорога	0,025...0,04	0,5...0,6	0,1...0,2	0,2...0,4
Укатанный снег	0,015...0,02	0,2...0,25	0,03...0,1	0,2...0,25

При движении на подъеме и спуске величина  $P_K$  уменьшается по сравнению с горизонтальной дорогой и тем больше, чем они круче

$$P_K = G \cdot f \cdot \cos\alpha, \text{ Н} \quad (1.3)$$

где  $\alpha$  - угол подъема, град.

Силу тяжести  $G$  автомобиля, движущегося на подъем (спуск), можно разложить на две составляющие: параллельную и перпендикулярную поверхности дороги (рис.1.1а). Составляющая силы тяжести, параллельная поверхности дороги, представляет собой **силу сопротивления уклону**  $P_y$ , при чем, чем круче будет подъем, тем больше будет  $P_y$

$$P_y = G \cdot \sin\alpha, \text{ Н} \quad (1.4)$$

При движении автомобиля возникновение **силы сопротивления воздуха** обусловлено перемещением частиц воздуха и их трением о поверхность машины. При движении автомобиля при отсутствии ветра сила сопротивления воздуха

$$P_B = k_B F \cdot g^2 / 13, \text{ Н.} \quad (1.6)$$

$$\text{При наличии ветра} \quad P_B = k_B F (g \pm g_B)^2 / 13, \text{ Н} \quad (1.7)$$

где  $k_B$ - коэффициент сопротивления воздуха (коэффициент обтекаемости), зависит от формы и качества поверхности автомобиля, определяется экспериментально, для легковых автомобилей равен 0,2...0,35 Нс<sup>2</sup>/м<sup>4</sup>, для автобусов и грузовых автомобилей 0,35...0,7 Нс<sup>2</sup>/м<sup>4</sup>;  $F$ - лобовая площадь автомобиля, м<sup>2</sup>;  $g$ - скорость движения автомобиля, км/ч;  $g_B$ - скорость ветра (знак «плюс» в скобках соответствует встречному ветру, а «минус» попутному), км/ч.

Приближенное значение лобовой площади автомобиля может быть определено по формуле:  $F = 0,8 \cdot B \cdot H$ , где  $B$ - ширина автомобиля (табл.1.1), м;  $H$ - наибольшая высота автомобиля (табл.1.1), м.

## 2.7 Задание на практическую работу №5

Расчет расхода топлив и смазочных материалов спасательной техники и агрегатов при проведении мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС.

Практическая работа заключается в подготовке отчета по ГСМ, исходя из расчета нормативного расхода топлива и масла спасательной техники и оборудования в соответствии с вариантом по методике расчета расхода ГСМ по спасательной технике от Минтранса РФ (Таблица 1.).

Задание по вариантам

№ варианта	№ заданий
1	1,2,5,7,8,9, 11,12
2	19-26
3	1-8
4	16-23
5	3-10
6	18-25
7	17-24
8	11-18
9	1,2,5,7,8,9, 11,12
10	19-26
11	1-8
12	16-23
13	3-10
14	9-16
15	20-27
16	1-8
17	9-19
18	5-15
19	2,6,9,15,17,18,19,20
20	3,5,6,9,11,13,17,18

Методика расчета расхода ГСМ по спасательной технике от Минтранса РФ

В документе выделены:

- три вида норм расхода топлив (базовые, транспортные и эксплуатационные) для автомобилей общего назначения;

- нормы расхода топлива на работу специальных автомобилей.

Документ Минтранса содержит формулы, пояснения к ним и примеры расчета нормативного расхода топлива для легковых, грузовых бортовых, специальных и специализированных автомобилей, автобусов, тягачей и самосвалов.

Специальные (спасательные) и специализированные автомобили с установленным на них оборудованием подразделяются на две группы:

- автомобили, выполняющие работы в период стоянки (автоцистерны, компрессорные, бурильные установки и т.п.);

- автомобили, выполняющие ремонтные, строительные и другие работы в процессе передвижения (автовышки, кабелеукладчики, бетоносмесители и т.п.).

Нормативный расход топлива для спецавтомобилей, выполняющих основную работу в период стоянки, определяется следующим образом:

$$Q_n = (0,01 \times H_{sc} \times S + H_t \times T) \times (1 + 0,01 \times D),$$

где:  $H_{sc}$  – норма расхода топлив на пробег, л/100 км;

$S$  – пробег спецавтомобиля к месту работы и обратно, км;

$H_t$  – норма расхода топлив на работу специального оборудования (л/ч) или литры на выполняемую операцию (заполнение цистерны и т.п.);

$T$  – время работы оборудования (ч) или количество выполненных операций;

D – суммарная относительная надбавка или снижение к норме, в процентах.  
 Пример: В соответствии с путевым листом пробег автокрана КС-4571 на базе автомобиля КраЗ-257 равен 40 км. При этом время работы спецоборудования по перемещению грузов составило 6,5 ч. Для данного автомобиля базовая норма расхода топлива на пробег (Нс) равна 52,0 л/100 км, на работу спецоборудования (Нт) – 8,4 л/ч. При этом в отношении данного спецавтомобиля действует надбавка на обкатку в связи с выходом с капитального ремонта (D) в размере 5% нормы.

Рассчитаем нормативный расход топлива с применением формулы:

$$Q_n = (0,01 \times 52 \times 40 + 8,4 \times 6,5) \times (1 + 0,01 \times 5) = 79 \text{ л.}$$

После всех проведенных расчетов составляется донесение по ГСМ согласно ниже представленному примеру.

ДОНЕСЕНИЕ по наличию и расходу ГСМ за 20 года

№ п/п	Наименование ГСМ	Плотность ГСМ	Остаток на начало отчетного периода литр/кг	Получено литр/кг	Израсходовано литр/кг	Остаток на конец отчетного периода литр/кг	Прим.
1	ДТ-А	0,85	345/293	625/531	625/531	345/293	
2	АИ-92	0,75	255/191	890/668	890/668	255/191	
3	АИ-80	0,75	300/225	1230/923	1230/923	300/225	
4	МТ-16П	0,9	89/80	62/56	62/56	89/80	
5	ТСЗП-8	0,9	45/41	21/19	21/19	45/41	
6	М8	0,9	125/113	89/80	89/80	125/113	
7	Литол-24	1,0	-	200	200	-	

Начальник (командир) подразделения: п/п

Остаток на начало отчетного периода согласно таблицы 3.

Таблица 3

Исходные данные для отчета по ГСМ

Наименование ГСМ	Остаток на начало отчетного периода	Получено
ДТ-А	5125	27750
АИ-92	85	14250
АИ-80	75	17458
МТ-16П	132	1573
ТСЗП-8	85	137
М8	73	1723
Литол-24	-	350

Таблица 2

## Задания на контрольную работу

№ п/п	Марка СТ	Марка топлива/плотность	Марка масла двиг/плотность	Норма расхода масла двиг.	Марка масла трансм/плотность	Норма расхода масла трансм	Показание спидометра		Норма расхода на 100 км	Норма расхода С О	Время работы С О	Общая надбавка
							Нач.	Кон.				
1	КАМАЗ-4310	ДТ-А/0,85	МТ8/0,9	0,5			12968	13142	43	20	8	15
2	БАТ-М	ДТ-А/0,85	МТ-16п/0,9	4,2	ТЗСП-8/0,85	0,002	12969	13153	360	41	13	20
3	БАТ-2	ДТ-А/0,85	МТ-16п/0,9	6,5	ТЗСП-8/0,85	0,002	12970	13164	420	52	5	30
4	ПЗМ	ДТ-А/0,85	МТ-16п/0,9	1,2	ТЗСП-8/0,85	0,001	12971	13175	102	12	18	25
5	ИМР	ДТ-А/0,85	МТ-16п/0,9	6,5	ТЗСП-8/0,85	0,002	12972	13186	360	25	9	25
6	ПТС	ДТ-А/0,85	МТ-16п/0,9	2,1	ТЗСП-8/0,85	0,001	12973	13197	255	88	13	20
7	УАЗ	АИ-92/0,75	МТ8/0,9	0,2			12974	13208	20	12	32	5
8	КРАЗ-238	ДТ-А/0,85	МТ8/0,9	1,1	ТЗСП-8/0,85	0,001	12975	13219	56	21	10	15
9	МТЛБ	ДТ-А/0,85	МТ8/0,9	1,1			12976	13230	68	26	7	10
10	КАМАЗ-4310	ДТ-А/0,85	МТ8/0,9	0,5			12977	13241	43	20	15	15
11	БАТ-М	ДТ-А/0,85	МТ-16п/0,9	4,2	ТЗСП-8/0,85	0,002	12978	13252	360	41	15	20
12	БАТ-2	ДТ-А/0,85	МТ-16п/0,9	6,5	ТЗСП-8/0,85	0,002	12979	13263	420	52	15	30
13	ПЗМ	ДТ-А/0,85	МТ-16п/0,9	1,2	ТЗСП-8/0,85	0,001	12980	13274	102	12	22	25
14	ИМР	ДТ-А/0,85	МТ-16п/0,9	6,5	ТЗСП-8/0,85	0,002	12981	13285	360	25	27	25
15	ПТС	ДТ-А/0,85	МТ-16п/0,9	2,1	ТЗСП-8/0,85	0,001	12982	13296	255	88	9	20
16	УАЗ	АИ-92/0,75	МТ8/0,9	0,2			12983	13307	20	12	11	5
17	КРАЗ-238	ДТ-А/0,85	МТ8/0,9	1,1	ТЗСП-8/0,85	0,001	12984	13318	56	21	39	15
18	МТЛБ	ДТ-А/0,85	МТ8/0,9	1,1			12985	13329	68	26	9	10
19	КАМАЗ-4310	ДТ-А/0,85	МТ8/0,9	0,5			12986	13340	43	20	10	15
20	БАТ-М	ДТ-А/0,85	МТ-16п/0,9	4,2	ТЗСП-8/0,85	0,002	12987	13351	360	41	26	20
21	БАТ-2	ДТ-А/0,85	МТ-16п/0,9	6,5	ТЗСП-8/0,85	0,002	12988	13362	420	52	34	30
22	ПЗМ	ДТ-А/0,85	МТ-16п/0,9	1,2	ТЗСП-8/0,85	0,001	12989	13373	102	12	19	25
23	ИМР	ДТ-А/0,85	МТ-16п/0,9	6,5	ТЗСП-8/0,85	0,002	12990	13384	360	25	9	25
24	ПТС	ДТ-А/0,85	МТ-16п/0,9	2,1	ТЗСП-8/0,85	0,001	12991	13395	255	88	17	20
25	УАЗ	АИ-92/0,75	МТ8/0,9	0,2			12992	13406	20	12	10	5
26	КРАЗ-238	ДТ-А/0,85	МТ8/0,9	1,1	ТЗСП-8/0,85	0,001	12993	13417	56	21	11	15
27	МТЛБ	ДТ-А/0,85	МТ8/0,9	1,1			12994	13428	68	26	80	10

## 2.8 Перечень контрольных вопросов к защите практических работ

1. Назначение, технические характеристики и общее устройство основных пожарных автомобилей.
3. Классификация, предназначение дорожных машин. Общие требования, предъявляемые к дорожным машинам.
5. Определение, предназначение, принцип действия и классификация аварийно-спасательного инструмента.
6. Предназначение, основные тактико-технические характеристики автокрана КС - 3475.
7. Роботехнические средства. Определение, назначение, классификация.
8. Состав и возможности аварийно-спасательного инструмента (ГАСИ) «Спрут».
10. Назначение, состав и тактико-технические характеристики робототехнического средства (РТС) «Брок-330».
11. Аварийно-спасательная техника. Определение. Классификация.
12. Основные тактико-технические характеристики пневматического гидравлического экскаватора ЭО-3323А.
16. Назначение, классификация и возможности основных электрических станций.
19. Назначение, классификация и основные характеристики средств водоснабжения.
21. Предназначение, оснащение спасательным оборудованием и средствами аварийно-спасательной машины АСМ - 41 - 02.
22. Компоновка СТ и БМ. Виды компоновок. Их задачи. Компоновка АТТ.
23. Классификация экскаваторов и их рабочего оборудования.
24. Компоновка и технические характеристики машин разграждения.
25. Компоновка и технические характеристики путепрокладчиков.
26. Классификация и общая характеристика стреловых кранов.
27. Классификация и обозначение стреловых кранов.
28. Назначение, классификация и технические характеристики средств очистки воды.
29. Назначение, классификация и технические характеристики средств добычи воды.
30. Назначение, классификация и технические характеристики средств подачи воды.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### Нормативно - правовые акты

1. Закон Российской Федерации «О безопасности» от 5.03.92 г. № 2446-1.
2. Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21.12.94 г. № 68-ФЗ.
3. Федеральный закон «О государственном материальном резерве» от 29.12.94 г. № 79-ФЗ.
4. Федеральный закон «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей» от 22.08.95 г. № 151-ФЗ.
5. Федеральный закон «Об обороне» от 31.05.96 г. № 61-ФЗ.
6. Федеральный закон «О мобилизационной подготовке и мобилизации в Российской Федерации» от 26.02.97 г. № 31-ФЗ.
7. Федеральный закон «О гражданской обороне» от 12.02.98 г. № 28-ФЗ.
8. Постановление Правительства РФ «Положение о Министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» от 6.05.94 г. № 457.
9. Постановление Правительства РФ «Положение о Межведомственной комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций» от 20.02.95 г. № 164.
10. Постановление Правительства РФ от 30 декабря 2003 года № 794 «Положение о единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций».
11. Постановление Правительства РФ «Вопросы Всероссийской службы медицины катастроф. Положение о ВСМК» от 28.02.96 г. № 195.
12. Постановление Правительства РФ «О силах и средствах единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» от 3.08.96 г. № 924 (в редакции от 5.04.1999).
13. Постановление Правительства РФ «О порядке создания и использования резервов материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 10.11.96 г. № 1340.
14. Приказ МЧС России от 6 августа 2004 г. N 372 Об утверждении Положения о территориальном органе Министерства РФ по делам ГО и ЧС.
15. Приказ МЧС РФ № 555 от 18.09.2012 г. «Об организации материально-технического обеспечения системы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»
- 16.

### Основная литература

1. Пальчиков, А. Н. Гражданская оборона и Чрезвычайные ситуации: учебное пособие, предназначено для бакалавров и магистров направления 151000 - Технологические машины и оборудование / А. Н. Пальчиков. – Саратов: Вузовское образование, 2014. – 176 с. – ISBN 2227-8397. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/19281.html>
2. Широков, Ю.А. Защита в чрезвычайных ситуациях и гражданская оборона: учебное пособие / Ю.А. Широков. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 488 с. – ISBN 978-5-

8114-3516-6. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/118631>

3. Уханов, А.П. Специализированная и специальная автомобильная техника: учебное пособие / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, М.В. Рыблов. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 288 с. – ISBN 978-5-8114-4223-2. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/116354>

4. Родионов, П.В. Организация и ведение аварийно-спасательных, поисковых и других неотложных работ силами и средствами РСЧС: Учебное пособие / П.В. Родионов, В.А. Журавлев. – Томск: Изд-во ТПУ, 2018. – 211 с.

5. Воениздат. «Наставление по перевозкам войск железнодорожным, морским, речным и воздушным транспортом»: наставление \ Министерство обороны РФ – Москва: Изд-во г. Москва 1-я типография Воениздата проезд Скворцова-Степанова, дом 8, 2012. – 144 с.

6. Аварийно – спасательные и другие неотложные работы: Основы организации и технологии ведения АСДНР с участием нештатных аварийно – спасательных формирований / Под общ. ред. В.Я. Перевощикова. – М.: Институт риска и безопасности, 2014. – 413 с.: ил.

7. Нештатные аварийно – спасательные формирования. Предназначение, создание, организационная структура, оснащение: Методическое пособие / Под общ. ред. В.Я. Перевощикова. – 3-е изд., стер. – М.: Институт риска и безопасности, 2016. – 174 с.

8. Справочник спасателя, книги 1-8. - М.: ВНИИ ГОЧС, 2014 г.

9. Учебники «Машины инженерного вооружения», кн.1, 2, 4, Воениздат, М-86.

10. Васильченков В.Ф., Военные гусеничные машины, часть 1 и 2. Учебник, Рыбинский Дом печати, 1998г.

11. Технические описания и инструкции по эксплуатации тягачей и транспортеров-тягачей АТ-Т, МТ-Т, МТ-ЛБ, ГТ-СМ.

12. Свищев В.В., Федорук В.С., Мармузов В.В. Средства механизации спасательных и других неотложных работ. Учебное пособие, АГЗ, 1996 г., - 144 с.

13. Родичев В.А., Родичева Г.И. Тракторы и автомобили. - М.: Колос, 1998.

14. Гинзбург Ю.В. Промышленные тракторы. - М.: Машиностроение, 1986.

15. Машины для земляных работ: Учебник для студентов ВУЗов. – М.: Машиностроение, 1992.

16. Учебники "Машины инженерного вооружения", кн.1, 2, 4, Воениздат, М-86.

17. Васильченков В.Ф., Военные гусеничные машины, часть 1 и 2. Учебник, Рыбинский Дом печати, 1998г.

18. Техническое описания и инструкция по эксплуатации одноковшового экскаватора ЭОВ-4421.

19. Свищев В.В., Федорук В.С., Мармузов В.В. Средства механизации спасательных и других неотложных работ. Учебное пособие, АГЗ, 1996 г., - 144 с.

20. Гаркави Н.Г. и др. «Машины для земляных работ». Учебники "Машины инженерного вооружения", кн.1, 2, 4, Воениздат, М-86.

21. Васильченков В.Ф., Военные гусеничные машины, часть 1 и 2. Учебник, Рыбинский Дом печати, 1998г.

22. Машины для земляных работ. Учебник для студентов. – М.: Машиностроение, 1992. – 284 с.

23. Свищев В.В., Федорук В.С., Мармузов В.В. Средства механизации спасательных и других неотложных работ. Учебное пособие, АГЗ, 1996 г., - 144 с.

24. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. М., НПО ОБТ, 2001.
25. Паспорт крана автомобильного 14 т на шасси Урал-5557-01 с гидравлическим приводом КС-3574.
26. ГОСТ Р 22.9.03-95 БЧС. Средства инженерного обеспечения спасательных работ. Общие технические средства.
27. Специальные пожарные автомобили. Сборник нормативных документов. Выпуск 11. - Москва, 2001. -537с.
28. Северов Н.В. Применение робототехники в чрезвычайных ситуациях: теория и практика. - Новогорск, 2003. -241с.
29. Федорчук В.С., Мармузов В.В., Средства механизации СДНР. Курс лекций. Новогорск, АЗГ, 1996.
30. Аварийно-спасательная и противопожарная техника, оборудование и снаряжение для борьбы с авариями, катастрофами и стихийными бедствиями. М.; НПЦ «Средства спасения», 1997.

#### **Дополнительная литература**

1. Гришагин, В.М. Спасательная техника и базовые машины [Текст]: Учебное пособие / В.М. Гришагин, А.И. Пеньков, С.А. Солодский.– Юрга: Типография ООО «Медиафера», 2015. – 460 с.
2. Фарберов, В.Я. Первоначальная подготовка пожарных-спасателей [Текст]: Учебное пособие / В.Я. Фарберов, Л.В. Миськевич, П.В. Родионов. – 2-е изд., исправ. и доп. – Юрга: Типография ООО «Медиафера», 2015. – 386 с.
3. Родионов, П.В. Тактика сил единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны: Учеб.пособие / П.В. Родионов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2018. – 298 с.
4. Руководство по взаимодействию МЧС России и МО РФ по вопросам предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. – М.: МЧС, 1995.
5. Руководство по действиям органов управления и сил РСЧС при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций. – М.: ВНИИ ГОЧС, 1996.
6. Ишимов И.Ш., Кузьмин А.И., Федоренко В.Н., Щеплягин Н.П. Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) и гражданская оборона (ГО) на современном этапе. Учебное пособие. Под ред. Федоренко В.Н. – Новогорск: АГЗ, 2000.
7. Шойгу С.К., Воробьев Ю.Л., Владимиров В.А. Катастрофы и государство. – М.: Энергоатомиздат, 1997. Фарберов В.А., Миськевич Л.В. Первоначальная подготовка пожарных-спасателей: учебное пособие/ В.Я. Фарберов, Л.В. Миськевич; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского Политехнического университета, 2009. – 363 с.
8. Под общей редакцией Шойгу С.К. Основы организации и ведения Гражданской обороны в современных условиях /Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. – Москва: Изд-во Деловой экспресс

Учебное издание

## **СПАСАТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И БАЗОВЫЕ МАШИНЫ**

Методические указания к выполнению практических работ по курсу «Спасательная техника и базовые машины» для студентов III–V курсов, обучающихся по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность» профиль подготовки «Защита в чрезвычайных ситуациях»

*Составитель*  
РОДИОНОВ Павел Вадимович

**Отпечатано в Издательстве ЮТИ ТПУ в полном соответствии  
с качеством предоставленного оригинал-макета**

Подписано к печати \_\_.\_\_.202\_ г. Формат 60x84/16 Бумага «Снегурочка».  
Печать CANON. Усл. печ.л. 2,1. Уч-изд. л. 0,47.  
Заказ \_\_\_\_\_. Тираж 30 экз.



**Издательство**

Юргинский технологический институт (филиал)  
Томского политехнического университета