

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЕГАЗОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Институт транспорта**  
Кафедра «Сервис автомобилей и технологических машин»

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ**

Методические указания по выполнению практических занятий  
по дисциплине «Эксплуатация ТнТТМО в особых условиях»  
для студентов, обучающихся по направлению 190600.62  
«Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Тюмень  
ТюмГНГУ  
2013

Практические занятия: методические указания по выполнению практических занятий по дисциплине «Эксплуатация ТИТМО в особых условиях» для студентов всех форм обучения, обучающихся по направлению 190600.62 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» / сост. В.Н. Тарачев; А.В. Ильяхин, С.С. Субботин, Тюменский государственный нефтегазовый университет.– 1-е изд.,– Тюмень: Издательский центр БИК, ТюмГНГУ, 2013.– 15 с.

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию на заседании кафедры «Сервис автомобилей и технологических машин» «30» октября 2013 года, протокол № 3.

Методические указания и индивидуальные задания по дисциплине «Эксплуатация ТИТМО в особых условиях» предназначены для студентов, обучающихся по направлению 190600.62 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов». Данная дисциплина изучается в одном семестре.

Приведены варианты заданий для индивидуальной работы студентов. Даны методические указания по выполнению практических занятий и составлению отчета.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Практическое занятие №1 .....	3
2. Практическое занятие №2 .....	7
3. Практическое занятие №3 .....	16
Методическое обеспечение .....	25
Приложение 1 .....	26
Приложение 2 .....	30
Приложение 3 .....	31

### **Практическое занятие № 1 «РАСЧЕТ ПОТЕРЬ РЕСУРСА ШИН И ТОПЛИВА ОТ НЕСОБЛЮДЕНИЯ НОРМ ДАВЛЕНИЯ ВОЗДУХА В ШИНАХ»**

К современным шинам, работающим на высоких скоростях движения, предъявляют ряд требований по обеспечению надежной и безотказной работы автомобиля, его высокой комфортабельности, безопасности и экономичности.

Из-за несоблюдения норм внутреннего давления в шине преждевременно выбывают из строя до 30% легковых и 60% грузовых шин. Поэтому давление воздуха необходимо периодически контролировать. Причем замеры давления нужно проводить только на «холодных» шинах, т.е. перед началом движения, так как после езды шины нагреваются, и давление в них повышается. Снижение давления воздуха резко ухудшает работу шины: увеличивается радиальный прогиб шины и искажается форма ее профиля, увеличивается деформация каркаса и температура нагрева, снижается прочность шинных материалов, что, в свою очередь, приводит к уменьшению числа циклов нагружений. При снижении давления воздуха резко увеличивается неравномерность распределения нормальных и касательных сил в плоскости контакта шины с дорогой, возрастает работа трения и увеличивается интенсивность износа. Помимо повышенного износа протектора в целом, снижение давления воздуха часто ведет к неравномерному его износу.

Повышение внутреннего давления в шине вызывает также увеличение ее износа, но в меньшей степени, чем снижение давления. При повышенном внутреннем давлении увеличивается напряжение в центре протектора и нитях корда.

Повышенное давление воздуха делает шину более жесткой в радиальном направлении, амортизационные способности ее ухудшаются, поэтому сильнее ощущаются толчки от неровностей дороги, снижается комфортабельность и безопасность езды. Однако небольшое повышение давления воздуха в шинах способствует снижению сопротивления качению и температуры ее нагрева. Поэтому при быстрой езде на дорогах с хорошим

покрытием допускается некоторое увеличение внутреннего давления в шинах.

**Цель работы:** определение средних по автотранспортному предприятию потерь ресурса шин и топлива, вызванных отклонением давления воздуха в шинах от нормы.

### **Порядок проведения работы:**

1. Определение фактического давления в шинах.
2. Построение гистограмм распределения давления.
3. Расчет потерь ресурса шин от несоблюдения норм давления воздуха.
4. Расчет потерь топлива от несоблюдения норм давления воздуха в шинах.

### **1. Определение фактического давления в шинах**

Для замеров давления используется манометр модели МД-214. Замеры производятся в зоне ТО-2 на снятых с автомобилей колесах. Необходимо провести замеры давления не менее чем в 30 шинах.

При выполнении работы в лабораторных условиях используются данные приложений 1 и 2.

### **2. Построение гистограммы распределения давления**

Для построения гистограммы распределения находится минимальное  $P_{\min}$  и максимальное  $P_{\max}$  значения давлений. Далее определяется размах варьирования  $\Delta P = P_{\max} - P_{\min}$  и шаг варьирования  $t = \Delta P/m$ , где  $m$  – число интервалов (принимается равным 7...10). Интервал  $P$  разбивается на  $m$  интервалов. Вычисляется среднее значение каждого интервала  $P_{\text{сред}}$ . Подсчитывается количество шин, попадающих в каждый интервал давлений. Результаты заносятся в таблицу 1.1. и используются для построения гистограммы распределения (рис. 1.1.).

Гистограмма распределения давлений

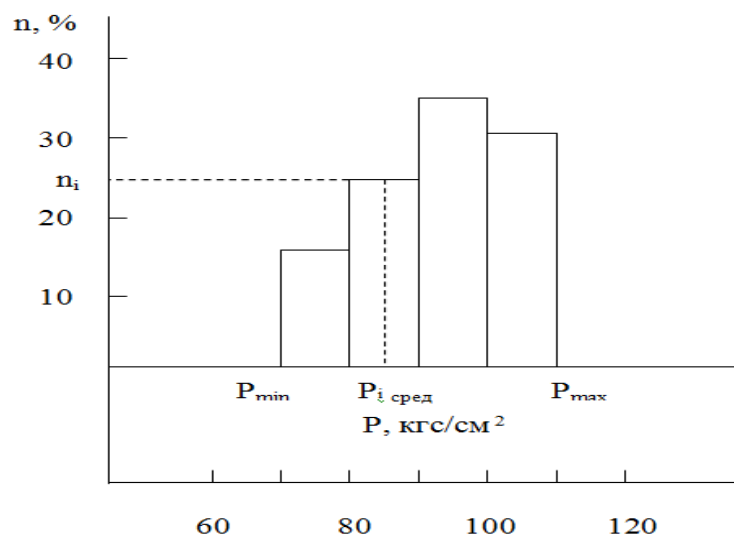


Рис. 1.1.

Таблица 1.1.

Распределение фактического давления воздуха в шинах

Номер интервала	1	2	3	...	M
$P$ , кгс/см <sup>2</sup>					
$P_{\text{сред}}$ , кгс/см <sup>2</sup>					
$P$ , % от нормы					
$n$ , шт.					
$n$ , %					

### 3. Расчет потерь ресурса шин

Путем обобщения многочисленных исследований построена зависимость ресурса шин (в%) от величины внутреннего давления воздуха в шинах (в % от номинального) (рис. 1.2.). Совмещение указанной зависимости и гистограммы распределения давлений позволяет установить величину потерь ресурса.

Для определения ресурса шин в  $i$ -том интервале из точки  $P_{\text{сред}}$  интервала проводится перпендикуляр до пересечения с кривой  $L = f(P)$ . Из точки пересечения опускается перпендикуляр на ось  $OL$ . Полученное значение  $L_i$  заносится в таблицу 1.2.

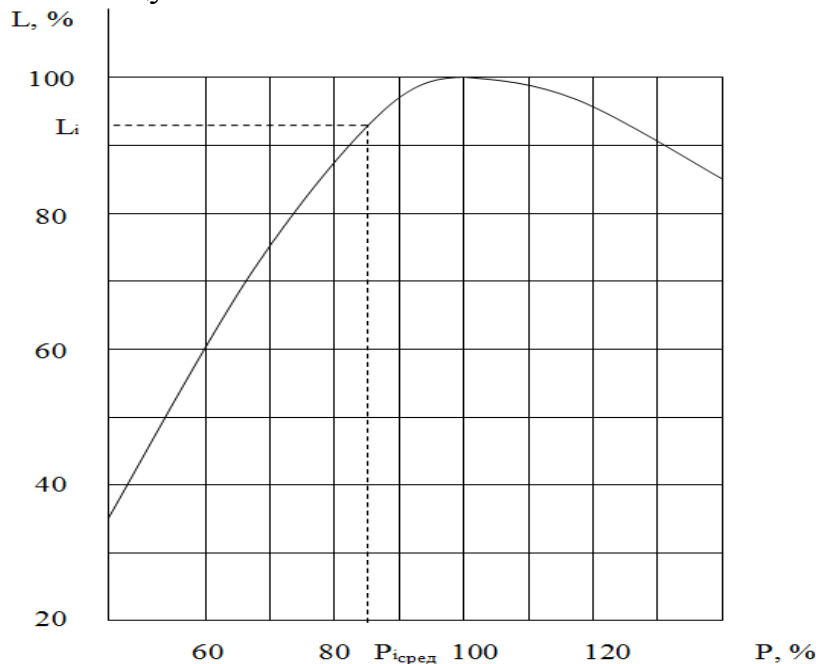


Рис. 1.2. Зависимость ресурса шин от давления воздуха в шинах

Таблица 1.2.

Ресурс шин при различных давлениях воздуха в шинах

Номер интервала	1	2	...	M
L, %	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	...	L <sub>m</sub>

Использование ресурса шин определяется по уравнению:

$$(1.1.) \quad L = \frac{L_1 n_1 + L_2 n_2 + \dots + L_m n_m}{100} = \frac{\sum L_i n_i}{100} ;$$

Потери ресурса составляют:

$$(1.2.) \quad \Delta L = 100 - L, \%$$

#### 4. Расчет потерь топлива

Для определения потерь топлива гистограмма распределения давлений совмещается с графиком зависимости расхода топлива (%) от величины давления воздуха в шинах (в % от номинального) (рис. 1.3.).

Для определения среднего расхода топлива в i-том интервале из точки P<sub>сред</sub> интервала проводится перпендикуляр до пересечения с кривой q = f(P). Из точки пересечения опускается перпендикуляр на ось Oq. Полученное значение q заносится в таблицу 1.3.

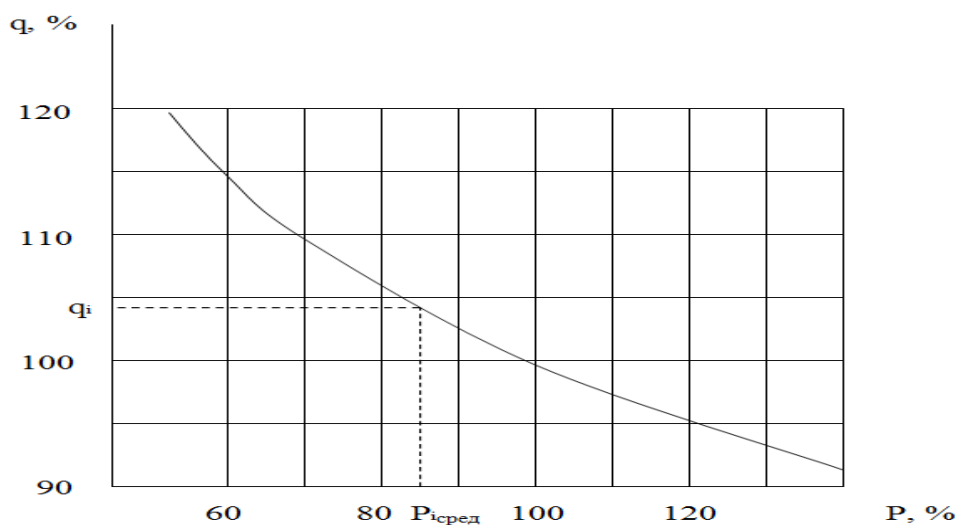


Рис. 1.3. Зависимость расхода топлива от давления воздуха в шинах

Таблица 1.3.

Расход топлива при различных давлениях воздуха в шинах

Номер интервала	1	2	...	M
q, %	q <sub>1</sub>	q <sub>2</sub>	...	q <sub>m</sub>

Средний расход топлива определяется по уравнению:

$$q_1 n_1 + q_2 n_2 + \dots + q_m n_m \quad \sum q_i n_i$$

$$(1.3.) \quad q = \frac{\text{---}}{100} = \frac{\text{---}}{100} ;$$

Потери топлива составляют:

$$(1.4.) \quad \Delta q = q - 100, \%$$

## 5. Вопросы для самоконтроля

1. Что называется внутренним давлением воздуха в шине ?
2. Какие параметры работы колеса зависят от внутреннего давления в шине ?
3. Как и с помощью чего определяется внутреннее давление в шине ?
4. Как сказывается повышение внутреннего давления на работу шины ?
5. Как сказывается понижение внутреннего давления на работу шины ?
6. Что представляет собой гистограмма распределения давления и как она строится ?
7. Как производится совмещение зависимостей ресурса шин и расхода топлива от величины давления воздуха в шинах с гистограммой распределения давления ?
8. Как определяются потери ресурса шин ?
9. Как определяются потери топлива ?

## Практическое занятие №2 РАСЧЕТ НЕОБХОДИМОГО КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ДВИГАТЕЛЯ К ПУСКУ ЗИМОЙ

Организация хранения подвижного состава, при которой было бы в достаточной мере обеспечены: надежный пуск двигателей; минимальные износы агрегатов и узлов, экономичность при удовлетворительной экологической основе; а также безопасность движения после длительной стоянки; в практике эксплуатации решается либо путем строительства теплых стоянок, либо с помощью различных средств и способов безгаражного хранения автомобилей.

Под безгаражным хранением понимается процесс содержания технически исправного подвижного состава на открытых площадках, обеспечивающий его готовность к выезду для использования по назначению (в климатических условиях данного региона)

На автотранспортных предприятиях используются групповые и индивидуальные средства и способы безгаражного хранения автомобилей.

Эти средства могут быть стационарными или передвижными. Индивидуальные средства чаще всего предназначены для единичных автомоби-

лей, работающих в отрыве от постоянных баз. Для групповых средств используются тепловая и электрическая энергия, газовая сеть и газогенераторы. Теплота от внешнего источника (тепловой, газовой сети и т.п.) может быть использована в режиме межсменного подогрева или в режиме разогрева, непосредственно перед выездом автомобиля на линию.

В первом случае не возникает необходимости в мощных, высокопроизводительных источниках тепла. Во втором случае источник тепла должен обладать большой теплопроизводительностью, чтобы обеспечить обогрев автомобиля в течение короткого времени.

### **Цель работы**

Расчет необходимого количества тепла для подготовки двигателя к пуску зимой.

### **Порядок проведения работы**

1. Ознакомительная часть.
2. Расчет необходимого количества тепла для подготовки двигателя к пуску.
3. Вопросы для самоконтроля.
4. Варианты для выполнения работы.

#### **1. Ознакомительная часть**

Процесс теплообмена при обогреве двигателя имеет сложный характер. Явление теплового излучения, теплопроводности и конвекции протекают одновременно и оказывают взаимное влияние друг на друга.

Схематично этот процесс показан на рис. 2.1. Тепловая энергия может поступать на внешние поверхности (рис. 2.1, а) двигателя или в его внутренний объем (рис. 2.1, б).

В первом случае тепло за счет теплопроводности охлаждающей жидкости, масла и деталей двигателя распространяется от его внешней поверхности к внутренним частям. Если тепловая энергия подводится во внутренний объем двигателя, направление градиента температуры изменяется на противоположное.

Возможен смешанный способ подвода тепла (см. рис. 2.1, в).

Интенсивность теплообмена и соотношение тепловых потоков, связанных с теплопроводностью, конвекцией и тепловым излучением, имеют весьма большое значение, так как определяют не только расход энергии, но и степень обеспечения нагрева наиболее ответственных узлов двигателя (например, подшипников коленчатого вала).

За счет теплового излучения тепло передается капоту и деталям ограждения, а от них вследствие теплопроводности, теплового излучения и конвекции в окружающую среду. Тепло из подкапотного пространства теряется также в связи с многократным свободным обменом воздуха, обу-



словливающим конвекцию. Таким образом, физическая сторона рассматриваемого сложного процесса целиком определяется сочетанием всех его составляющих. Ввиду значительных мощностей этих составляющих нельзя пренебрегать ни одной из них. С достаточной для практических целей точностью может быть исключен только теплообмен в результате излучения, так как в рассматриваемой задаче его роль невелика, а попытки учесть его влияние сделали задачу практически неразрешимой.

В дальнейшем изложении теплообмен вследствие излучения не рассматривается. Такой подход позволяет описать реальные физические явления и получить результаты с достаточной для практики точностью.

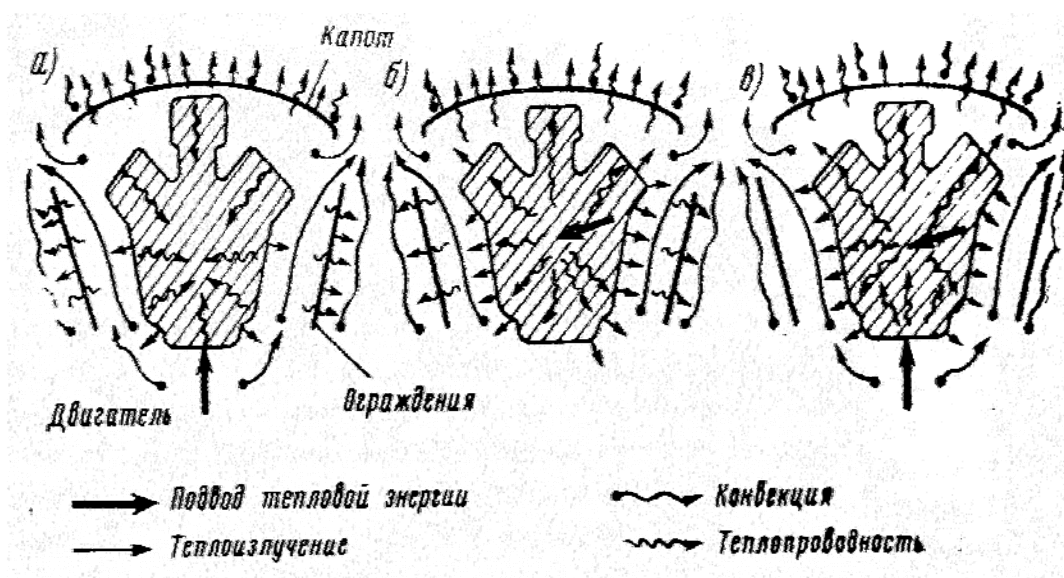


Рис. 2.1. Схема передачи тепла при обогреве

- а) подвод тепла к внешней поверхности двигателя; б) подвод тепла во внутренний объем двигателя; в) смешанный подвод тепла.

## 2. Расчет необходимого количества тепла для подготовки двигателя к пуску

Исходным уравнением для расчета количества теплоты является тепловой баланс:

$$Q_{\text{п}} = Q_{\text{т}} + Q_{\text{к}} + Q_{\text{ож}} + Q_{\text{мет}} + Q_{\text{м}}, \quad (2.1.)$$

где  $Q_{\text{п}}$  - количество тепла (в виде энергии теплоносителя, электроэнергии и топлива), подводимое к установке, обеспечивающей обогрев двигателя;

$Q_{\text{т}}$  - потери тепла за счет теплового излучения и теплопроводности;

$Q_{\text{к}}$  - потери тепла с воздухом, связанные с его свободным многократным обменом в подкапотном пространстве;

$Q_{\text{ож}}$  - количество тепла, затрачиваемое на нагрев охлаждающей жидкости;

$Q_M$  - количество тепла, затрачиваемое на нагрев масла в двигателе;

$Q_{мет}$  - количество теплоты, затрачиваемое на нагрев металла двигателя

В дифференциальной форме уравнение теплового баланса принимает вид:

$$qdt = c_{мет}G_{мет}(t_{мет}-t_0)dt + c_MG_M(t_M-t_0)dt + c_{ож}G_{ож}(t_{ож}-t_0)dt + KF(t-t_0)d\tau + nc_BV(t_{вых}-t_{вх})d\tau, \quad (2.2)$$

где  $qdt$  - элементарное количество теплоты, подводимое к установке обогрева;

$c_{мет}G_{мет}(t_{мет}-t_0)dt$ ,  $c_MG_M(t_M-t_0)dt$ ,  $c_{ож}G_{ож}(t_{ож}-t_0)dt$  - количество теплоты, полезно затрачиваемое на нагрев металла, масла и охлаждающей жидкости соответственно;

$KF(t-t_0)d\tau$  - элементарные тепловые потери в процессе нагрева за счет теплового излучения, теплопроводности и конвекции;

$nc_BV(t_{вых}-t_{вх})d\tau$  - элементарные тепловые потери за счет свободного обмена воздуха в подкапотном пространстве;

$q$  - необходимая мощность установки, Вт;

$\tau$  - продолжительность процесса передачи тепла от установки к двигателю;

$C_{мет}$ ,  $C_M$ ,  $C_{ож}$  - удельные теплоемкости металла двигателя, масла и охлаждающей жидкости соответственно;

$G_{мет}$ ,  $G_M$ ,  $G_{ож}$  - массы металла двигателя, масла и охлаждающей жидкости соответственно, кг;

$t_{мет}$ ,  $t_M$ ,  $t_{ож}$  - температура металла, масла и охлаждающей жидкости соответственно, °С;

$K$  - коэффициент теплопередачи от двигателя, через капот и ограждения в окружающую среду, Вт/м<sup>2</sup>·°С);

$F$  - суммарная площадь поверхности капота и ограждений, м<sup>2</sup>;

$t$  - средняя температура двигателя, °С;

$t_0$  - температура окружающей среды, °С;

$n$  - кратность обмена воздуха в подкапотном пространстве, ч<sup>-2</sup>;

$c_B$  - объемная теплоемкость воздуха, Дж / (м<sup>3</sup>·°С);

$V$  - объем подкапотного пространства, м<sup>3</sup>;

$t_{вых}$ ,  $t_{вх}$  - температура воздуха на выходе и входе в подкапотное пространство, °С.

Решение уравнения относительно величины необходимой теплопроизводительности установки дает:

$$q = \frac{(t-t_0)(KF + nc_BV)}{\frac{KF + nc_BV}{c_D} \tau}, \quad (2.3.)$$

Таким образом, необходимая теплопроизводительность установки подчиняется экспоненциальному закону. Входящая в это выражение величина теплоотдачи  $K$  Вт/(м·°С) характеризует интенсивность теплообмена, вызываемого тепловым излучением, теплопроводностью и теплоотдачей.

В общем случае коэффициент теплопередачи  $K$  является функцией формы  $\varphi$ , размеров  $l$ , температуры поверхности нагрева  $t_n$  и окружающей среды  $t_0$ , физических свойств тела и теплоносителя и ряда других факторов:

$$K = f(\varphi l, t_n, t_0), \quad (2.4.)$$

Следовательно, этот коэффициент отличен не только для различных способов безгаражного хранения, но и зависит от температуры двигателя, условий окружающей среды, параметров теплоносителя и т. д.

Поэтому определение величины  $K$  ввиду сложности процесса теплообмена при обогреве такого агрегата, как двигатель, является задачей, не имеющей точного решения.

Достаточную для практических расчетов точность определения величины  $K$  можно получить, приняв некоторые допущения, а именно:  $K = const$ ;  $c_v = const$ ,  $c_0 = const$ . Для этого имеются основания.

Так, например, теплоемкость чугуна, масса которого является преобладающей в двигателе ЗИЛ-130, в интервалах температур от 0 до 100°С остается величиной постоянной. Объемная теплоемкость воздуха  $c_v$  при нормальном атмосферном давлении с ростом температуры от -20 до +20°С увеличивается лишь на 10%. Коэффициент теплопроводности стали (материал капота и ограждений) с изменением температуры от 0 до 100°С увеличивается также на 10%. Эти данные позволяют предположить, что в широком диапазоне изменения условий протекания процесса теплообмена величины  $K$ ,  $c_v$  и  $c_d$  изменяются весьма незначительно. Правомерность такого допущения доказана М. П. Величанским путем построения линейных и нелинейных моделей процесса теплообмена и проверки их на адекватность.

Остальные величины, входящие в правую часть формулы для определения  $q = f(F, n, V)$ , являются постоянными для условий каждой конкретной задачи, что позволяет принять обозначения:

$$KF + nc_v V = a = const; \quad (2.5.)$$

$$\frac{KF + nc_v V}{c_d} = b = const. \quad (2.6.)$$

Тогда формула примет вид:

$$q = \frac{(t - t_0)a}{1 - e^{-bt}}. \quad (2.7.)$$

С увеличением времени теплового воздействия (режим подогрева):

$$\lim_{\tau \rightarrow \infty} (1 - e^{-b\tau}) = 1. \quad (2.8.)$$

В этом случае процесс теплоотдачи становится стационарным и можно записать:

$$q = (t - t_0)a. \quad (2.9.)$$

В случаях подвода тепла, когда время теплового воздействия невелико (режим разогрева), имеет место нестационарный процесс.

Коэффициент  $a$  (Вт/°С) характеризует величину мощности источника теплоты, затрачиваемой на поддержание температуры двигателя в 1°С;  $b$  (ч<sup>-1</sup>) является характеристикой темпа нагревания двигателя.

Таким образом, задача определения необходимой мощности установки обогрева  $q$  упрощается и сводится к экспериментальному определению значений коэффициентов  $a$  и  $b$ ; при заданных режимах использования тепла (подогрев, разогрев) и известных температурах окружающего воздуха к двигателю подводится тепло и измеряются получаемые при этом средние значения температуры двигателя.

Соответствующая математическая обработка позволяет найти для стационарного процесса (режим подогрева) величину  $a$ , а для нестационарного процесса (режим разогрева) величины  $a$  и  $b$ .

Для определения необходимой теплопроизводительности установки обогрева  $q$  кроме величин  $a$ ,  $b$  и  $t_0$  устанавливается уровень температуры  $t$ , до которого требуется нагреть двигатель.

Определение по описанной методике необходимых величин теплопроизводительности установки обогрева автомобилей ЗИЛ-130 при использовании различных способов безгаражного хранения позволило получить следующие выражения:

а) для стационарных режимов теплопередачи (подогрев):

1) водоподогрев:

$$q = 1,39 - 0,07 t_0. \quad (2.10.)$$

2) инфракрасный подогрев («Малютка»):

$$q = 1,31 - 0,06 t_0. \quad (2.11.)$$

3) электроподогрев:

$$q = 0,97 - 0,05 t_0. \quad (2.12.)$$

б) для нестационарного режима теплопередачи (разогрев):

1. воздухоразогрев:

$$q = \frac{20 - t_0}{3,1 - (1 - e^{-0,98\tau})}. \quad (2.13.)$$

2. разогрев подачей горячего воздуха в картер двигателя:

$$q = -\frac{20 - t_0}{7,1 - (1 - e^{-1,1\tau})}. \quad (2.14.)$$

3. разогрев стационарными горелками инфракрасного излучения:

$$q = \frac{20 - t_0}{9,1 - (1 - e^{-0,99\tau})}. \quad (2.15.)$$

4. разогрев инфракрасным подогревателем «Малютка»:

$$q = \frac{20 - t_0}{18,5 - (1 - e^{-1,23\tau})}. \quad (2.16.)$$

Эти выражения найдены для ЗИЛ-130 при условии, что средняя температура двигателя, до которой необходимо его нагревать, составляет 20°C. Естественно, что при расчете величины необходимой теплопроизводительности для автомобилей других марок или при условии обогрева двигателя до более высокой или более низкой температуры  $t$  численные коэффициенты уравнений изменятся.

Однако, как показано выше, их конкретные значения могут быть получены путем сравнительно несложного эксперимента.

На рис. 2.2. представлена (в качестве примера) графическая интерпретация зависимостей необходимой теплопроизводительности источника тепла от времени его подвода и температуры окружающего воздуха для установки воздухообогрева. Как видно из графиков, возможны самые разнообразные сочетания необходимой теплопроизводительности  $q$  и времени тепловой подготовки  $\tau$  при заданных значениях температуры окружающего воздуха  $t_0$ .

Естественно, что на практике невозможно осуществить эти сочетания произвольным образом, поскольку имеются ограничения, связанные с мощностью установки, временем разогрева, организационными причинами и т.п. Максимальная мощность установки должна подбираться таким образом, чтобы обеспечить достижение средней температуры двигателя при минимальных температурах окружающей среды в регионе.

Практически следует рассматривать два варианта использования установок обогрева:

- при ограниченном (определенном) значении теплопроизводительности установки  $q$ , когда необходимая средняя температура двигателя достигается путем изменения времени работы установки  $\tau$  (подогрев);
- при ограниченном времени обогрева  $\tau$ , когда требуемая средняя температура двигателя достигается изменением теплопроизводительности

установки обогрева  $q$  (разогрев).

Так, например, если принять при заданной температуре окружающего воздуха  $-50^{\circ}\text{C}$  время работы установки  $\tau = 3$  ч, можно получить для воздухоподогрева (рис. 2.2.) значения величины  $q = 22$  кВт для достижения необходимой средней температуры двигателя  $t_0 = 20^{\circ}\text{C}$  (рис. 2.2.)  $q\tau = Q_n = 240$  МДж определяет энергозатраты, необходимые для подготовки двигателя к пуску при заданных условиях.

Аналогичный пример может быть решен аналитически с помощью описанных выше уравнений.

Например, для водоподогрева в течение 12 ч при  $t_0 = -30^{\circ}\text{C}$  по выражению  $q = 1,39 - 0,07t_0$  (1.10.) находим  $q = 1,39 - 0,07(-30) = 3,49$  кВт.

В свою очередь, общие затраты теплоты (энергии) за время подогрева (рис. 2.2.) составят:  $Q_n = q\tau \cdot 3,6 \approx 150$  МДж.

На рис. 2.2. показаны полученные таким образом зависимости затрат тепла, необходимого для подготовки двигателя к пуску при различных способах безгаражного хранения и режимах работы установок обогрева.

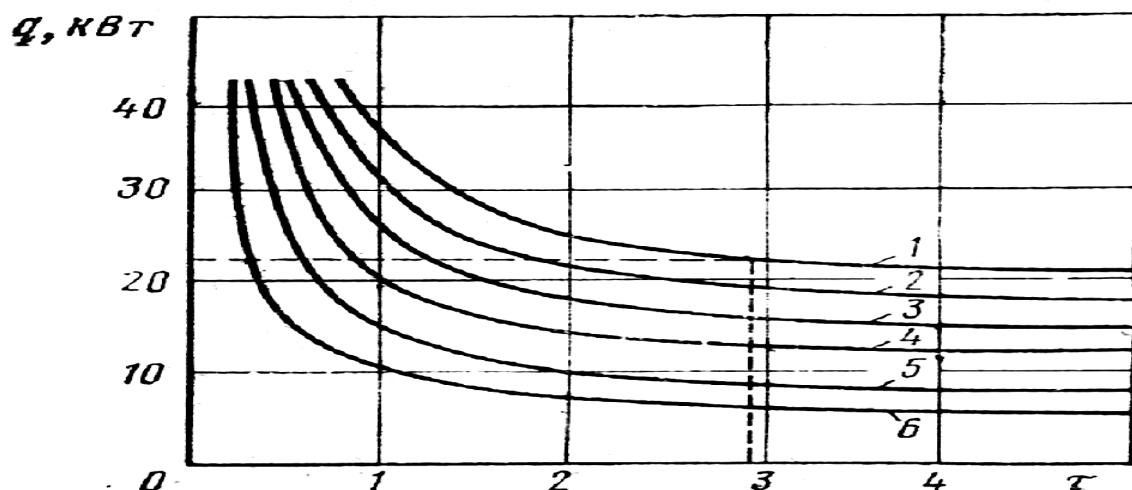


Рис. 2.2. Зависимость необходимой теплопроизводительности установки воздухоподогрева  $q$  от времени тепловой подготовки  $\tau$  и температуры окружающей среды  $t_0$  1)  $t_0 = -50^{\circ}\text{C}$ ; 2)  $t_0 = -40^{\circ}\text{C}$ ; 3)  $t_0 = -30^{\circ}\text{C}$ ; 4)  $t_0 = -20^{\circ}\text{C}$ ; 5)  $t_0 = -10^{\circ}\text{C}$ ; 6)  $t_0 = 0^{\circ}\text{C}$

Из рисунка видно, что затраты тепла (энергии) в каждом конкретном случае (при применении различных способов и средств обогрева) различны. Вместе с тем можно заметить, что целесообразность использования того или иного средства обогрева в значительной мере зависит от того, каков диапазон температуры окружающего воздуха.

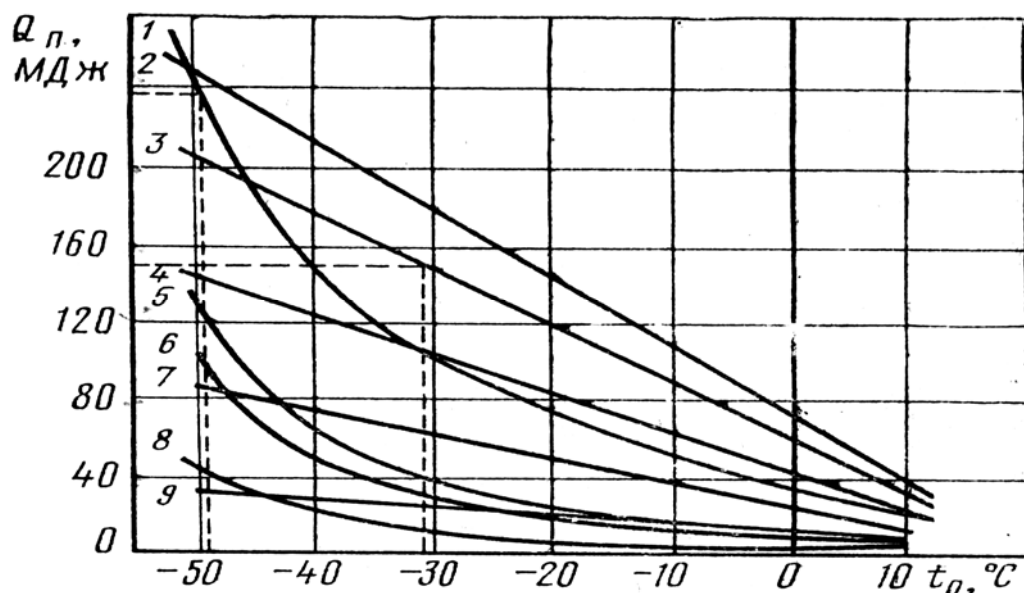


Рис. 2.3. Затраты энергии (теплоты) на один пуск при обогреве двигателей в зависимости от температуры окружающей среды

1) воздухоразогрев; 2) воздухоподогрев; 3) водоподогрев; 4) электроподогрев; 5) разогрев стационарной газовой горелкой; 6) разогрев подачи воздуха в картер двигателя; 7) подогрев стационарной газовой горелкой; 8) подогрев подогревателем «Малютка»; 9) разогрев подогревателем «Малютка».

### 3. Контрольные вопросы

1. Что определяет расход энергии и степень обеспечения нагрева узлов двигателя?
2. Сумма каких потерь и затрат определяют количество тепла подводимое к установке, обеспечивающей обогрев двигателя?
3. Какая закономерность доказана М. Н. Величанским?
4. От чего зависит, необходимая теплопроизводительность установки воздухоразогрева?

### 4. Варианты для выполнения работы

Таблица 2.1.

Вариант	Способ Безгаражного хранения	Температура окружающего воздуха, °С	Время работы установки, ч
1	2	3	4
1	А; В; Г; Е	-50	12
2	Б; В; Д; Е	-20	6
3	А; Б; В; Г	-45	11
4	Б; В; Д; Е	-15	5
5	А; В; Г; Е	-30	8
6	А; Б; Г; В	-25	7

7	Б; В; Д; Е	-40	10
8	А; Б; В; Г	-35	9
9	А; В; Г; Е	-10	4
10	Б; В; Д; Е	-5	3
11	А; В; Д; Е	-45	9
12	А; Б; В; Г	-30	12
13	А; В; Д; Е	-40	8
14	А; Б; В; Г	-20	4
15	Б; В; Д; Е	-50	10
16	А; Б; В; Г	-10	6
17	А; В; Г; Е	-35	5
18	Б; В; Д; Е	-5	2
19	А; В; Д; Е	-25	3
20	А; Б; В; Г	-15	6

Продолжение таблицы 2.1.

1	2	3	4
21	Б; В; Д; Е	-35	7
22	А; В; Г; Е	-20	5
23	А; Б; В; Г	-50	9

Способ безгаражного хранения:

А - Водоподогрев;

Б - Воздухоразогрев;

В - Электроподогрев;

Г - Разогрев подачей воздуха в картер двигателя;

Д - Подогрев подогревателем «Малютка»;

Е - Разогрев подогревателем «Малютка».

### **Практическое занятие №3** **ВЫБОР СПОСОБА БЕЗГАРАЖНОГО ХРАНЕНИЯ С ТОЧКИ** **ЗРЕНИЯ ГОДОВЫХ ЭНЕРГОЗАТРАТ**

Сравнительная оценка способов безгаражного хранения по их энергетическим показателям предложена М. Н. Величанским. Здесь сравниваются энергозатраты, необходимые для достижения или поддержания теплового состояния двигателя в заданном диапазоне изменения температур окружающей среды в течение всего зимнего периода.

При такой оценке принимают число пусков двигателя, требующих затрат тепла (энергии), соответствующих числу дней работы автомобиля при низких температурах. Такое предположение вполне обосновано, так как холодный пуск осуществляется один раз в день перед выходом автомобиля на линию. Все последующие пуски в течение смены, как правило, не тре-



буют дополнительных затрат энергии от внешних источников.

### Цель работы

Выбор наиболее целесообразного, с точки зрения годовых энергозатрат, способа безгаражного хранения автомобиля.

### Порядок выполнения работы

1. Ознакомительная часть.
2. Пример оформления и выполнения работы.
3. Контрольные вопросы.
4. Варианты.

#### 1. Ознакомительная часть

Если использовать справочные данные о числе дней со среднесуточной температурой воздуха в пределах ее изменения (с интервалами  $5^{\circ}\text{C}$ ), можно получить полную оценку энергозатрат средствами обогрева за весь зимний период.

Для этого находят по данным графика (см. рис. 3.1) количество энергии  $Q_{ni}$ , которое необходимо затратить при температуре окружающей среды  $t_{oi}$  (для каждого из интервалов в  $5^{\circ}\text{C}$  изменения температуры) на один пуск.

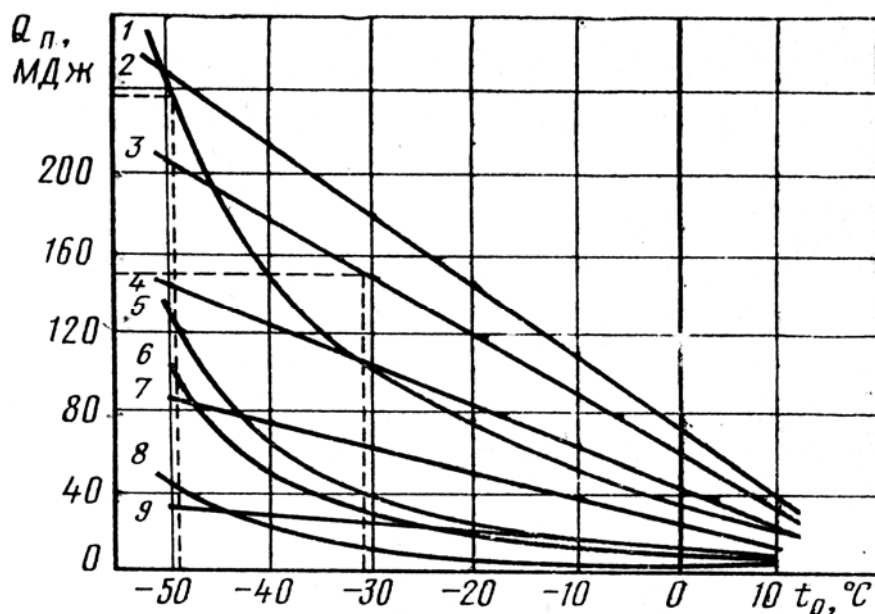


Рис. 3.1. Затраты энергии (теплоты) на один пуск при обогреве двигателей в зависимости от температуры окружающей среды

- 1) воздухоразогрев; 2) воздухоподогрев; 3) водоподогрев; 4) электроподогрев; 5) разогрев стационарной газовой горелкой; 6) разогрев подачей воздуха в картер двигателя; 7) подогрев стационарной газовой горелкой; 8) подогрев подогревателем «Малютка»; 9) разогрев подогревателем «Малютка».

Сумма произведений  $Q_{ni}$  на число дней (пусков)  $N$ , соответствующее температурам  $t_{oi}$ , и представляет собой необходимые затраты энергии  $Q_i$  в течение всех дней с такими температурами:

$$Q_i = Q_{ni} \cdot N. \quad (3.1.)$$

Аналитическое или графическое суммирование значений  $Q_i$  по всему интервалу низких температур, от минимальных  $t_{0\ min}$  до максимальных  $t_{0\ max}$ , дает возможность подсчитать годовые энергозатраты при различных способах безгаражного хранения и в различных климатических условиях:

$$Q = \sum_{t_{0\ min}}^{t_{0\ max}} Q_i. \quad (3.2.)$$

Графическое выражение такого расчёта на примере климатических условий г. Тюмени (холодная климатическая зона) и г. Москвы (умеренная климатическая зона) показано на рис. 3.2. Здесь по верхней шкале горизонтальной оси отложено значение температур окружающей среды  $t_0$ , а по нижней число дней и соответственно пусков двигателя  $N$ , при котором наблюдаются эти температуры за весь зимний период.

Сведения о числе дней в году, соответствующих каждому из интервалов температур, взяты из климатических справочников. Продолжительность зимнего периода по тем же данным составляет; приблизительно 190 дней как для региона Москвы, так и для, региона Тюмени. По вертикальной оси отложены значения  $Q_i$ . Кривые построены для наиболее распространенных способов безгаражного хранения.

Нетрудно видеть, что площади под кривыми  $Q_i = f(t_{oi}, N)$  представляют собой общие энергозатраты  $Q$  за весь зимний период эксплуатации. Из рис. 3.2 видно, что для рассматриваемых климатических регионов с наибольшими годовыми энергозатратами связано использование воздухоподогрева. При применении других способов затраты уменьшаются. Диаграммы подтверждают, что годовые энергозатраты неодинаковы в различных климатических зонах страны. Оптимальный с точки зрения годовых энергозатрат способ безгаражного хранения отличается от наихудшего во много раз (в данном примере для г. Тюмени приблизительно в 14 раз, а для г. Москвы приблизительно в 11 раз).

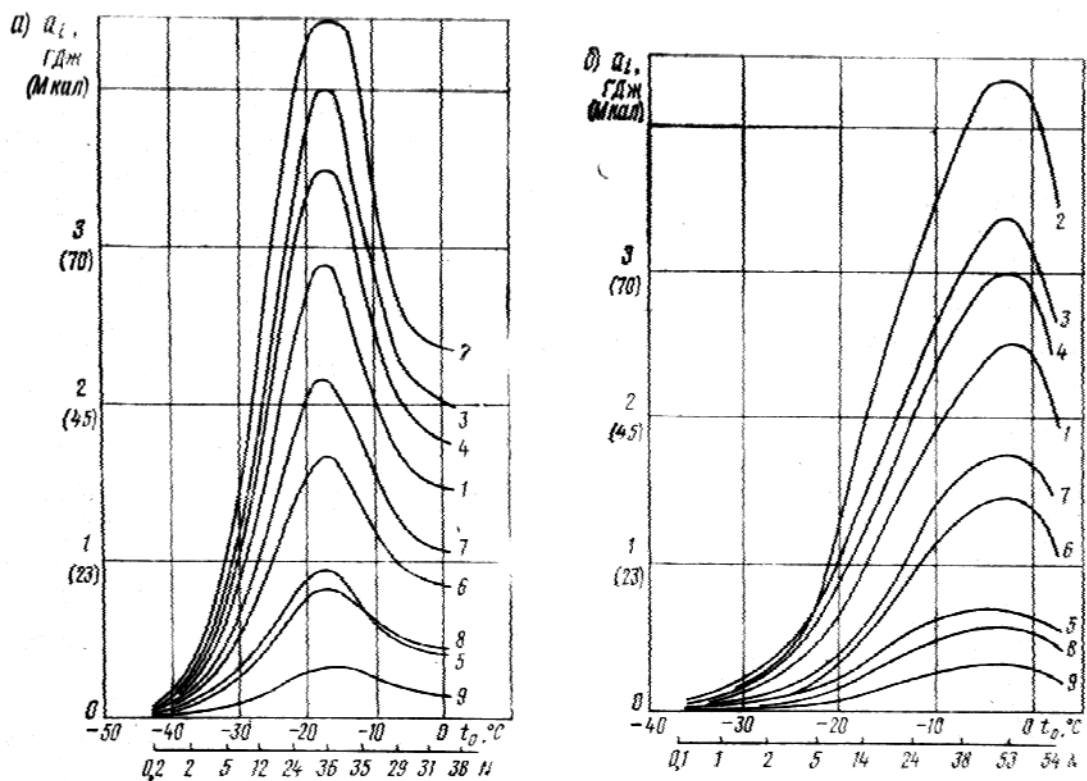


Рис. 3.2. Затраты энергии на обогрев двигателей ЗИЛ-130 при различных способах безгаражного хранения на зимний период

а) г. Тюмень; б) г. Москва. (Обозначения те же, что и на рис. 3.1.)

Необходимо отметить, что приведенные здесь численные данные справедливы лишь для рассматриваемых регионов и способов безгаражного хранения. В других регионах где соотношение количества дней  $N$  с той или иной температурой окружающей среды  $t_0$  и соответственно величин  $Q_i$  может оказаться другим, результаты оценки могут быть также другими. Однако при выборе, оценке и сравнении различных способов безгаражного хранения автомобилей безусловно должны учитываться региональные климатические условия и соответствующие им энергозатраты в течение всего зимнего периода.

## 2. Пример оформления и выполнения работы

Исходные данные:

Регион в соответствии справочными данными характеризуется числом дней со среднесуточными температурами  $t_0$  (табл. 3.1).

Таблица 3.1.

Температура окружающей среды $t_0$ , °C	От	-45	-40	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0
	До	-40	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	+5
Число дней с данной темпера-	—	1	2	5	12	24	36	35	29	31	38

турой воздуха											
---------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

По условиям обеспечения региона различными видами топлива возможен выбор одного из следующих способов безгаражного хранения:

- воздухоподогрев;
- воздухоразогрев;
- электроподогрев.

Таблица 3.2.

Температура окружающей среды, °С (середины интервалов)	-42,5	-37,5	-32,5	-27,5	-22,5	-17,5	-12,5	-7,5	-2,5	2,6
Воздухоподогрев	0,22	0,21	0,19	0,18	0,15	0,13	0,12	0,09	0,08	0,03
Воздухоразогрев	0,16	0,14	0,11	0,09	0,08	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03
Электроподогрев	0,16	0,15	0,13	0,13	0,11	0,09	0,07	0,07	0,06	0,06

Решение:

Пользуясь графиками (см. рис. 3.1), находим значения энергозатрат на один пуск  $Q_{ni}$  при соответствующих температурах окружающей среды (табл. 3.2).

Умножая число дней с температурой окружающего воздуха, соответствующей средним интервалам (табл. 3.2), на необходимое для пуска количество энергии в данном интервале и суммируя затраты энергии по всем материалам, получим (табл. 3.3).

Таблица 3.3.

Интервалы температур	Затраты энергии в интервалах, ГДж										Годовые затраты энергии, ГДж
	$Q_i = Q_{ni} \cdot N$										
Способ подогрева:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Воздухоподогрев	0,22	0,42	0,95	2,16	3,60	3,60	4,68	2,61	2,48	1,14	21,8
Воздухоразогрев	0,16	0,28	0,55	1,08	2,00	1,80	1,75	1,16	1,09	1,14	10,9
Электроподогрев	0,18	0,30	0,65	1,44	2,64	3,24	2,62	2,03	1,74	1,52	16,3

### 3. Контрольные вопросы

1. Что было предложено М. Н. Величанским?
2. Что принимают при оценке способов безгаражного хранения?
3. Если использовать данные о числе дней со среднесуточной температурой воздуха, то что можно получить и каким методом?

4. Расшифруйте  $Q_i = Q_{ni} \cdot N$ .

5. Расшифруйте  $Q = \sum_{t_{0\min}}^{t_{0\max}} Q_i$ .

#### 4. Варианты для выполнения работы

##### Вариант 1

Температура окружающего воздуха $t_0, ^\circ\text{C}$	От	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	воздухоподогрев; воздухоразогрев; электроподогрев.
	До	45	40	35	30	25	20	15	10	-5	0	
Число дней с данной температурой воздуха	—	40	35	30	25	20	15	10	-10	-5	+5	
	—	2	3	6	13	25	37	36	30	32	39	

##### Вариант 2

Температура окружающего воздуха $t_0, ^\circ\text{C}$	От	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	воздухоподогрев; воздухоразогрев; разогрев подачи воздуха в картер двигателя.
	До	45	40	35	30	25	20	15	10	-10	-5	
Число дней с данной температурой воздуха	—	40	35	30	25	20	15	10	-10	-5	+5	
	—	4	5	8	15	27	39	38	32	34	41	

##### Вариант 3

Температура окружающего воздуха $t_0, ^\circ\text{C}$	От	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	водоподогрев; воздухоразогрев; электроподогрев.
	До	45	40	35	30	25	20	15	10	-10	-5	
Число дней с данной температурой воздуха	—	40	35	30	25	20	15	10	-10	-5	+5	
	—	5	6	9	16	28	40	39	33	31	38	

##### Вариант 4

Температура окружающего воздуха $t_0, ^\circ\text{C}$	От	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	воздухоподогрев; подогрев подогревателем «Малют-
	До	45	40	35	30	25	20	15	10	-10	-5	
Число дней с данной температурой воздуха	—	40	35	30	25	20	15	10	-10	-5	+5	
	—	5	6	9	16	28	40	39	33	31	38	

воздуха $t_0$ , °C		-	-	-	-	-	-	-	-5			ка»; электроподогрев.
		40	35	30	25	20	15	10				
Число дней с данной температурой воздуха	—	3	4	7	14	26	38	37	30	31	37	

### Вариант 5

Температура окружающего воздуха $t_0$ , °C	От	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	подогрев подогревателем «Малютка»; разогрев подогревателем «Малютка»; электроподогрев.
	До	45	40	35	30	25	20	15	-	-5	+5	
		-	-	-	-	-	-	-	10	0		
Число дней с данной температурой воздуха	—	3	5	7	15	26	37	32	29	33	39	

### Вариант 6

Температура окружающего воздуха $t_0$ , °C	От	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	воздухоподогрев; воздухоразогрев; подогрев подогревателем «Малютка».
	До	45	40	35	30	25	20	15	10	-5	+5	
		-	-	-	-	-	-	-	-	5	0	
Число дней с данной температурой воздуха	—	4	5	8	15	27	39	37	33	33	42	

### Вариант 7

Температура окружающего воздуха $t_0$ , °C	От	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	подогрев подогревателем «Малютка»; воздухоразогрев; водоподогрев.
	До	45	40	35	30	25	20	15	-	-5	+5	
		-	-	-	-	-	-	-	10	0		
Число дней с данной температурой воздуха	—	6	7	10	17	29	41	39	35	34	38	

### Вариант 8

Температура окружающего воздуха $t_0$ , °C	От	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	воздухоподогрев; водоподогрев; электроподогрев.
	До	45	40	35	30	25	20	15	10	-5	+5	
		-	-	-	-	-	-	-	-	0		
Число дней с данной температурой воздуха	—	4	5	9	16	27	39	38	34	33	42	

### Вариант 9

Температура окружающего воздуха $t_0$ , °C	От	-	-	-	-	-	-	-	-	-5	0	воздухоподогрев; воздухоразогрев;
--	----	---	---	---	---	---	---	---	---	----	---	--------------------------------------

духа $t_0$ , °C	До	45 -	40 -	35 -	30 -	25 -	20 -	15 -	10 -	0	+5	электроподогрев.
		40	35	30	25	20	15	10	5			
Число дней с данной температурой воздуха	—	3	4	7	14	26	38	36	32	32	41	

### Вариант 10

Температура окружающего воздуха $t_0$ , °C	От До	- 45	- 40	- 35	- 30	- 25	- 20	- 15	- 10	-5 0	0 +5	разогрев стационарной газовой горелкой; разогрев подачи воздуха в картер двигателя; электроподогрев.
		40	35	30	25	20	15	10	5			
Число дней с данной температурой воздуха	—	2	3	6	15	27	39	35	31	34	40	

### Вариант 11

Температура окружающего воздуха $t_0$ , °C	От До	- 45	- 40	- 35	- 30	- 25	- 20	- 15	- 10	-5 0	0 +5	воздухоподогрев; подогрев подогревателем «Малютка»; разогрев стационарной газовой горелкой.
		40	35	30	25	20	15	10	5			
Число дней с данной температурой воздуха	—	5	6	7	16	30	42	38	32	33	41	

### Вариант 12

Температура окружающего воздуха $t_0$ , °C	От До	- 45	- 40	- 35	- 30	- 25	- 20	- 15	- 10	-5 0	0 +5	воздухоподогрев; разогрев стационарной газовой горелкой; электроподогрев.
		40	35	30	25	20	15	10	5			
Число дней с данной температурой воздуха	—	1	3	8	18	28	39	41	35	31	40	

### Вариант 13

Температура окружающего воздуха $t_0$ , °C	От До	- 45	- 40	- 35	- 30	- 25	- 20	- 15	- 10	-5 0	0 +5	подогрев подогревателем «Малютка»; воздухоразогрев; разогрев подачи воздуха в картер двигателя.
		40	35	30	25	20	15	10	5			
Число дней с данной температурой воздуха	—	2	4	6	15	26	35	36	29	32	39	

### Вариант 14

Температура окружающего воздуха $t_0$ , °C	От	-45	-40	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	воздухоподогрев; воздухоразогрев;
--	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	---	--------------------------------------

духа $t_0$ , °С	До	-40	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	+5	электроподогрев.
Число дней с данной температурой воздуха	—	3	5	7	15	26	38	39	33	35	38	

### Вариант 15

Температура окружающего воздуха $t_0$ , °С	От До	-45 -40	-40 -35	-35 -30	-30 -25	-25 -20	-20 -15	-15 -10	-10 -5	-5 0	0 +5	подогрев подогревателем «Малютка»; воздухоразогрев; разогрев стационарной газовой горелкой.
Число дней с данной температурой воздуха	—	2	6	9	17	23	36	35	28	31	39	

### Вариант 16

Температура окружающего воздуха $t_0$ , °С	От До	-45 -40	-40 -35	-35 -30	-30 -25	-25 -20	-20 -15	-15 -10	-10 -5	-5 0	0 +5	воздухоподогрев; подогрев подогревателем «Малютка»; разогрев стационарной газовой горелкой.
Число дней с данной температурой воздуха	—	1	2	5	18	26	39	35	29	35	42	

### Вариант 17

Температура окружающего воздуха $t_0$ , °С	От До	-45 -40	-40 -35	-35 -30	-30 -25	-25 -20	-20 -15	-15 -10	-10 -5	-5 0	0 +5	водоподогрев; воздухоразогрев; электроподогрев.
Число дней с данной температурой воздуха	—	5	7	15	28	37	35	33	29	31	38	

### Вариант 18

Температура окружающего воздуха $t_0$ , °С	От До	-45 -40	-40 -35	-35 -30	-30 -25	-25 -20	-20 -15	-15 -10	-10 -5	-5 0	0 +5	водоподогрев; подогрев подогревателем «Малютка»; разогрев стационарной газовой горелкой.
Число дней с данной температурой воздуха	—	3	7	12	18	28	36	38	31	33	41	

### Вариант 19



Температура окружающего воздуха $t_0$ , °С	От До	-45 -40	-40 35	-35 30	-30 25	-25 20	-20 15	-15 -10	-10 -5	-5 0	0 +5	воздухоподогрев; подогрев подогревателем «Малютка»; разогрев стационарной газовой горелкой.
Число дней с данной температурой воздуха	—	6	7	10	19	28	36	35	29	31	38	

### Вариант 20

Температура окружающего воздуха $t_0$ , °С	От До	-45 -40	-40 35	-35 30	-30 25	-25 20	-20 15	-15 -10	-10 -5	-5 0	0 +5	воздухоподогрев; воздухоразогрев; разогрев подачи воздуха в картер двигателя.
Число дней с данной температурой воздуха	—	1	2	5	16	27	35	32	29	33	38	

### Вариант 21

Температура окружающего воздуха $t_0$ , °С	От До	-45 -40	-40 35	-35 30	-30 25	-25 20	-20 15	-15 -10	-10 -5	-5 0	0 +5	разогрев стационарной газовой горелкой; воздухоразогрев; электроподогрев.
Число дней с данной температурой воздуха	—	1	2	7	14	25	36	33	35	30	38	

### Вариант 22

Температура окружающего воздуха $t_0$ , °С	От До	-45 -40	-40 35	-35 30	-30 25	-25 20	-20 15	-15 -10	-10 -5	-5 0	0 +5	воздухоподогрев; разогрев подачи воздуха в картер двигателя; электроподогрев.
Число дней с данной температурой воздуха	—	2	3	6	15	27	36	35	30	38	42	

### Вариант 23

Температура окружающего воздуха $t_0$ , °С	От До	-45 -40	-40 35	-35 30	-30 25	-25 20	-20 15	-15 -10	-10 -5	-5 0	0 +5	воздухоподогрев; разогрев стационарной газовой горелкой; разогрев подачи воздуха в картер двигателя.
Число дней с данной температурой воздуха	—	5	6	8	12	24	36	38	35	31	38	

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

### Вариант 24

Температура окружающего воздуха $t_0$ , °С	От	-45	-40	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	водоподогрев; подогрев подогревателем «Малютка»; разогрев стационарной газовой горелкой.
	До	-40	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	+5	
Число дней с данной температурой воздуха	—	2	3	8	14	24	36	33	36	32	40	

### Методическое обеспечение

#### Основная литература.

1. Техническая эксплуатация автомобилей. Учебник для ВУЗов. Под ред. Е.С. Кузнецова.- М.: Транспорт, 1991.-413с.
2. Крамаренко Г.В. Николаев В.А., Шаталов И.А. Безгаражное хранение автомобилей при низких температурах.- М.: Транспорт, 1984.-136с.

#### Дополнительная литература

3. Кузнецов Е.С. Управление технической эксплуатацией автомобилей.- М.: Транспорт, 1982г.-244с.
4. Кузнецов ЕС, Курников И.П. Производственная база автомобильного транспорта. Состояние и перспективы.- М.: Транспорт,-1988.-231с.
- 5.Методические указания к лабораторным работам
- 6.Конспект лекций

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**  
**Варианты заданий**

Вариант 1.

1.4	1.9	1.7	1.8	1.4	1.5	1.0	1.8	1.4	1.7	1.5	1.1
1.2	1.9	1.7	1.6	1.0	1.0	1.6	1.6	1.0	1.3	1.7	1.2
1.1	2.1	1.9	1.5	1.1	2.0	1.2	1.9	1.3	1.1	1.2	2.0
1.0	1.9	1.7	1.4	1.3	1.6	1.9	1.5	1.8	1.2	1.0	1.1
1.4	1.2	2.0	2.1	1.9	1.4	1.2	1.1	1.8	1.0	1.6	1.3
1.5	1.4	1.5	1.7	1.7	1.2	1.6	1.8	1.3	1.9	1.7	2.0
1.6	1.4	1.2	1.7	1.0	2.0	1.1	1.4	1.0	1.5	1.8	1.0
1.0	1.5	1.5	1.3	1.7	2.0	1.3	1.0	1.8	1.8	2.0	1.4
1.1	1.4	2.0	1.6	2.1	2.1	2.0	1.9	1.2	1.5	2.1	1.6

Вариант 2.

1.1	1.4	1.2	1.4	1.0	1.8	1.9	1.2	1.4	1.1	1.7	1.8
1.2	1.6	1.1	2.0	1.4	2.0	1.1	2.0	1.7	1.3	1.5	1.4
1.6	1.4	1.2	1.7	1.6	1.0	1.8	1.3	1.9	1.6	2.0	1.4
1.0	1.3	1.3	1.0	1.1	1.9	1.4	1.6	1.8	1.2	1.2	1.8
1.8	1.4	1.9	1.5	1.6	1.3	1.5	1.7	1.7	1.9	1.5	1.7
1.5	1.1	1.7	1.3	1.4	1.9	1.2	1.1	1.4	1.1	1.8	1.0
1.8	2.0	1.2	1.1	1.7	1.2	1.1	1.9	1.7	1.5	1.9	1.4
1.9	1.3	1.5	1.5	1.6	1.7	2.0	1.6	1.8	2.0	2.0	1.6
2.0	1.2	1.7	1.1	1.2	2.0	1.0	1.5	1.6	1.8	1.9	1.7

Вариант 3.

1.4	1.9	1.0	2.0	1.0	2.4	1.8	1.5	1.5	1.3	1.7	1.2
1.4	1.6	1.4	2.2	2.0	2.3	1.5	1.7	2.2	2.1	2.3	1.5
1.7	2.4	1.6	2.0	1.8	1.4	2.1	1.0	1.9	2.0	2.2	1.6
1.6	2.1	1.6	1.4	1.4	1.7	2.3	2.2	2.1	1.7	1.7	2.0
2.2	1.4	2.1	1.5	1.8	2.2	1.6	1.8	2.1	1.5	1.7	1.4
2.1	1.0	2.2	1.5	2.3	2.2	2.3	1.0	1.0	2.0	1.8	2.0
1.8	2.2	2.0	2.0	1.7	2.0	2.0	2.1	2.2	1.8	1.8	1.7
1.0	1.7	1.6	1.7	1.9	2.0	1.0	1.8	2.3	2.0	1.0	1.6
1.3	1.5	1.7	1.7	1.5	2.2	1.2	2.0	2.4	1.8	1.2	2.0

Вариант 4.

5.0	5.2	4.1	4.3	5.3	4.8	5.3	5.0	4.9	5.0	5.0	5.0
4.4	5.3	4.3	4.4	4.0	4.5	5.0	5.1	4.3	5.2	4.5	5.3
4.1	5.2	5.2	4.5	4.3	4.2	4.8	5.3	4.5	4.8	4.2	4.6
4.5	5.0	4.2	5.2	5.3	5.3	4.5	4.2	5.0	4.8	5.3	5.1
5.1	4.8	4.8	5.1	5.0	4.0	5.3	4.2	5.3	4.0	4.9	4.7
5.0	5.3	4.4	5.0	5.3	4.6	4.0	4.4	4.5	4.3	4.7	4.8
4.5	4.3	4.9	4.7	4.0	4.1	5.3	4.2	4.6	4.3	4.9	5.3
5.2	5.1	5.3	5.3	4.3	5.1	4.6	4.4	4.7	4.8	4.0	4.7
5.1	5.1	4.6	4.5	4.6	4.1	4.1	4.9	4.8	5.3	4.1	5.3

Вариант 5.

6.5	6.0	6.4	6.2	5.9	6.0	6.5	5.8	6.1	6.1	6.5	6.1
5.8	6.3	6.4	6.2	6.3	6.3	6.0	6.2	6.4	5.9	6.1	6.4
6.2	6.2	6.3	6.0	6.6	6.1	5.9	5.9	6.3	5.9	6.2	6.5
6.3	6.4	6.4	5.9	5.9	6.4	6.1	5.8	5.9	6.5	6.2	6.9
5.9	6.1	6.4	5.6	6.3	6.2	6.1	5.8	6.5	6.5	6.4	6.4
5.9	6.5	6.5	6.0	6.1	5.8	6.5	6.5	5.8	6.3	6.4	6.2
6.3	6.3	6.0	6.2	6.4	5.9	6.1	6.4	6.2	6.2	6.3	6.0
6.5	6.1	5.9	5.9	6.3	5.9	6.2	6.5	6.3	6.4	6.4	5.9
6.1	6.4	5.8	5.8	6.5	6.5	6.0	6.9	6.0	6.1	6.0	5.8

Вариант 6.

3.0	3.0	2.6	3.2	3.2	2.5	2.5	3.2	2.9	3.1	3.2	3.1
2.9	3.2	3.0	2.8	2.6	3.0	2.6	3.0	2.7	3.0	3.0	2.5
2.7	2.5	2.8	2.9	2.5	2.8	2.4	2.9	3.2	2.8	2.4	2.9
2.9	3.1	3.0	2.6	3.0	3.2	2.9	2.4	2.5	2.7	2.8	2.7
3.0	3.2	2.6	2.8	2.9	2.7	2.4	2.8	2.8	3.2	2.7	3.0
3.1	2.8	2.9	3.1	2.7	3.1	2.5	2.7	3.2	2.4	3.0	2.5
2.6	2.7	3.0	3.2	2.8	3.0	2.5	3.0	2.9	2.8	2.7	3.1
3.0	3.2	3.1	2.7	3.0	3.2	2.7	2.7	3.1	3.1	3.0	2.7
2.8	2.8	3.0	2.6	3.1	2.8	3.1	3.0	3.0	2.9	2.6	2.6

Вариант 7.

7.3	7.1	7.0	7.0	7.0	7.2	7.0	6.8	6.7	7.2	6.9	6.8
7.3	6.9	6.6	7.1	7.0	7.3	7.1	7.1	6.9	7.3	6.8	7.1
6.8	6.7	6.8	7.1	6.9	7.3	7.1	7.0	6.8	7.3	7.2	6.9
7.3	7.3	7.0	7.1	7.1	7.1	7.2	6.9	7.1	6.9	7.2	6.9
7.3	6.7	7.0	6.9	7.0	7.1	7.0	6.9	6.7	6.8	6.9	6.9
7.3	6.9	6.6	7.1	7.0	7.3	7.1	7.1	6.9	7.0	6.8	7.1
6.8	6.7	6.8	7.1	6.9	7.3	7.1	7.0	6.8	7.2	7.2	6.9
7.3	7.3	7.0	7.1	7.1	7.1	7.2	6.9	7.1	7.3	7.2	6.9
7.0	6.7	6.7	6.9	6.8	7.3	6.8	6.9	7.0	7.3	7.0	6.9

Вариант 8.

2.0	1.9	1.9	2.2	2.1	2.2	1.6	2.2	1.9	1.6	1.7	2.2
1.7	1.8	2.0	1.4	1.7	1.4	1.3	1.9	1.4	1.9	1.5	1.9
1.5	1.6	2.1	1.7	2.0	1.9	1.7	1.3	1.3	1.8	1.9	1.4
1.4	1.4	1.9	1.4	1.5	1.6	1.6	2.0	2.0	1.6	1.4	1.3
2.0	1.6	1.9	1.5	2.1	1.5	1.6	1.3	1.9	1.7	1.7	1.9
1.7	1.8	2.0	1.4	1.7	1.4	1.3	1.9	1.4	1.9	1.5	1.9
1.5	1.6	2.1	1.7	2.0	1.9	1.7	1.3	1.3	1.8	1.9	1.4
1.4	1.4	1.9	1.4	1.5	1.6	1.6	2.0	2.0	1.6	1.4	1.3
1.6	1.6	2.2	1.5	2.2	1.5	2.0	1.3	2.1	1.7	1.8	1.9

Вариант 9.

4.0	4.1	3.8	4.1	3.9	3.7	4.2	4.1	3.5	3.8	4.1	3.8
3.9	4.4	4.2	4.3	3.9	4.0	3.5	4.3	4.1	3.7	3.7	4.0
3.6	3.7	4.0	4.4	4.3	4.1	4.1	4.3	4.2	3.5	4.2	3.7
4.3	3.8	3.6	4.4	4.4	4.1	4.2	4.4	4.3	3.8	4.3	3.6
4.0	3.6	3.8	4.0	3.9	3.7	4.2	4.4	3.5	3.6	4.1	3.9
3.9	4.4	4.2	4.3	3.9	4.0	3.5	4.3	4.1	3.8	3.7	4.3
3.6	3.7	4.0	4.4	4.3	4.1	3.1	4.3	4.2	3.5	3.5	4.0
4.3	3.8	3.6	4.4	4.4	4.1	4.2	4.4	4.3	3.8	4.3	4.0
4.2	3.6	3.9	4.0	4.0	3.7	4.0	4.4	4.1	3.6	3.6	3.9

Вариант 10.

3.8	4.2	4.2	4.0	4.0	3.9	4.3	3.5	3.8	3.6	3.6	3.9
4.0	3.5	4.1	3.9	4.1	4.3	4.2	4.0	4.3	3.5	4.0	4.1
3.8	3.6	3.7	3.7	4.0	3.8	4.1	4.0	4.2	3.9	4.3	3.5
3.7	3.9	3.8	3.6	4.3	4.1	3.5	3.7	3.9	3.7	4.1	3.7
3.8	4.3	4.2	3.5	4.0	4.1	4.3	4.2	3.8	4.1	3.6	4.3
4.0	3.5	4.1	3.9	4.2	4.3	4.2	4.0	4.3	3.5	4.0	4.1
3.8	3.6	3.7	3.7	4.0	3.8	4.1	4.0	4.2	3.9	4.3	3.5
3.7	3.9	3.8	3.6	4.3	4.1	3.6	3.7	3.9	3.7	4.1	3.7
3.6	4.3	3.6	3.5	4.1	4.1	3.7	4.3	3.7	4.1	3.9	4.3

Вариант 11.

6.5	6.8	6.9	7.0	7.1	6.2	6.7	6.2	6.4	6.9	6.2	6.1
6.2	6.7	6.7	6.9	6.6	6.3	6.6	6.4	6.7	6.8	6.7	7.1
6.3	6.0	6.9	6.5	6.9	7.0	6.6	6.8	6.6	7.0	6.1	6.0
6.9	6.4	6.7	6.6	7.0	7.0	6.3	7.1	6.6	6.6	6.6	6.2
6.0	6.4	6.8	6.6	7.1	7.1	6.4	7.0	6.5	6.4	6.7	7.0
6.0	6.2	6.3	6.7	6.3	6.6	6.5	6.0	6.9	6.9	6.3	7.1
6.5	6.2	6.1	6.4	6.5	6.7	6.9	6.0	6.8	6.3	6.3	7.1
6.3	6.0	6.3	7.0	6.2	6.5	7.1	6.8	6.3	6.3	6.0	6.9
6.4	7.1	6.0	7.0	6.1	6.8	7.1	6.4	6.1	6.7	6.0	6.7

Вариант 12.

4.6	4.4	3.9	3.9	3.9	4.2	4.7	3.9	4.1	4.0	4.6	3.8
4.1	4.4	5.0	3.8	3.8	4.4	4.9	3.9	4.6	4.5	5.0	3.9
4.0	4.2	3.9	4.4	3.9	4.4	4.7	3.9	4.2	4.5	4.8	3.8
5.0	4.1	3.8	4.5	4.1	4.5	4.6	3.9	4.0	4.4	4.8	5.0
4.5	5.0	4.2	4.6	4.0	4.2	4.1	4.1	4.2	4.8	4.2	5.0
4.7	4.5	4.3	4.8	4.2	4.1	5.0	5.0	4.7	4.5	4.3	4.1
4.8	4.7	4.5	4.9	4.0	4.9	5.0	4.9	4.7	4.5	4.3	4.2
4.0	3.8	4.5	4.9	4.1	4.7	4.2	4.6	4.6	4.6	4.7	5.0
4.0	3.9	4.7	4.6	4.0	4.8	4.4	4.6	4.4	4.4	4.5	4.3

Вариант 13.

2.1	1.3	1.2	1.2	1.7	2.0	1.1	1.3	2.1	1.5	1.8	1.7
2.1	1.3	1.6	1.1	1.5	1.9	1.4	1.6	2.1	1.6	1.6	1.9
1.7	1.5	1.6	1.1	2.1	1.7	1.2	1.4	2.1	1.4	1.9	1.3
1.7	1.9	1.9	1.1	2.0	1.6	1.4	1.1	2.0	1.2	1.2	1.2
1.7	1.5	1.4	1.2	1.4	1.5	1.3	1.1	1.6	1.3	1.2	1.1
1.9	1.8	2.0	1.3	1.5	1.2	1.5	1.7	1.8	1.8	1.6	1.4
1.2	1.7	1.3	2.0	1.7	1.3	1.8	1.5	1.9	1.6	1.4	1.5
1.3	1.5	1.6	2.0	1.6	1.7	1.7	1.7	1.8	1.5	1.3	1.5
1.1	1.4	1.5	2.1	1.5	1.8	1.7	1.9	1.5	1.7	1.8	1.8

Вариант 14.

1.7	2.0	2.4	1.8	2.2	2.4	2.3	2.0	1.9	1.8	1.9	1.5
1.8	2.1	2.3	2.4	2.0	1.9	2.3	2.3	1.5	1.5	2.4	1.8
1.5	1.5	2.4	2.5	2.2	2.0	2.5	2.2	1.6	1.7	2.3	1.5
1.9	1.8	2.6	1.9	2.1	2.1	2.6	2.1	2.2	1.9	2.0	1.6
1.7	1.9	2.2	2.1	1.8	1.5	2.0	2.6	2.0	2.0	2.4	1.6
2.6	1.8	2.0	1.7	1.6	1.9	2.1	2.6	2.0	2.3	2.5	1.7
2.0	1.6	1.7	1.6	1.5	1.6	2.3	2.5	1.9	2.2	2.1	2.0
2.1	2.2	1.5	1.7	1.5	1.8	1.9	2.4	1.5	2.6	2.1	2.2
2.1	2.2	2.1	1.8	1.9	1.8	1.6	2.2	1.6	2.6	2.2	2.4

Вариант 15.

6.0	6.1	5.9	6.6	6.9	6.3	6.5	6.0	7.0	6.3	6.1	7.0
6.2	6.0	5.9	6.6	7.0	6.0	6.6	5.8	7.0	6.5	6.0	6.0
6.7	6.2	6.2	6.6	6.8	6.0	6.8	5.9	6.1	6.6	6.1	5.8
6.3	7.0	6.3	6.3	7.0	6.1	6.7	5.8	6.1	6.6	6.3	5.9
6.0	6.9	6.4	6.9	6.9	6.2	6.3	5.9	6.4	6.7	6.0	6.6
6.9	6.7	6.3	6.8	7.0	6.7	6.1	6.2	6.2	5.9	6.1	6.5
5.9	6.6	6.0	5.9	6.2	6.7	7.0	6.3	6.4	5.8	6.2	6.5
5.8	6.6	5.8	5.9	6.4	6.8	7.0	6.4	6.5	5.8	6.0	6.7
5.9	6.4	5.9	5.8	6.7	6.4	6.2	6.7	6.5	7.0	6.2	7.0

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Значения "нормативного" давления для вариантов приложения 1

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1.4	1.8	1.6	4.7	6.4	2.8	6.9	1.6	3.7	3.9	6.9	4.5	1.9	1.8	6.9
2	1.7	1.4	1.7	4.5	5.9	3.0	7.0	1.9	4.2	4.1	6.5	4.4	1.4	2.0	6.4
3	1.5	1.5	1.5	4.9	6.3	2.9	7.0	1.8	3.9	4.0	6.8	4.7	1.7	2.2	6.6
4	1.8	1.3	1.9	5.0	6.1	2.6	6.8	1.7	4.1	3.8	6.6	4.3	1.8	2.1	6.3
5	1.9	1.7	2.0	4.8	6.2	2.7	7.1	2.0	4.0	3.7	6.4	4.6	1.5	1.9	6.8
6	1.6	1.4	1.8	4.6	6.0	2.8	6.9	1.5	3.8	4.0	6.7	4.8	1.6	2.3	6.5

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3**  
Образец титульного листа

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЕГАЗОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**ИНСТИТУТ ТРАНСПОРТА**

Кафедра «Сервис автомобилей и технологических машин»

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № \_\_\_\_\_**

по дисциплине «Эксплуатация Т и ТТМО в особых условиях»  
Вариант № \_\_\_\_\_

Выполнил: студент группы \_\_\_\_\_  
Иванов И.И.

Проверил: доцент каф. САТМ  
Тарачев В.Н.

Тюмень, 2013



## **ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ**

Методические указания по выполнению практических занятий  
по дисциплине «Эксплуатация ТИТТМО в особых условиях»  
для студентов, обучающихся по направлению 190600.62  
«Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Составители:

Тарачев Валерий Николаевич  
Ильюхин Артем Валерьевич  
Субботин Сергей Сергеевич

Подписано в печать 09.01.2014. Формат 60x90 1/16. Усл. печ. л. 2.  
Тираж 45 экз. Заказ № 14.

Библиотечно-издательский комплекс  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего профессионального образования  
«Тюменский государственный нефтегазовый университет».  
625000, Тюмень, ул. Володарского, 38.

Типография библиотечно-издательского комплекса.  
625039, Тюмень, ул. Киевская, 52.