
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р
8.610—
2004

**Государственная система обеспечения
единства измерений**

ПЛОТНОСТЬ НЕФТИ

Таблицы пересчета

Издание официальное

Предисловие

Задачи, основные принципы и правила проведения работ по государственной стандартизации в Российской Федерации установлены ГОСТ Р 1.0—92 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Основные положения» и ГОСТ Р 1.2—92 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Порядок разработки государственных стандартов»

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Государственным научным метрологическим центром Федеральным государственным унитарным предприятием Всероссийским научно-исследовательским институтом метрологии им. Д.И. Менделеева (ГНМЦ ФГУП ВНИИМ им. Д.И. Менделеева), Закрытым акционерным обществом «Каспийский трубопроводный консорциум-Р», Открытым акционерным обществом «Инфракрасные микроволновые системы», Обществом с ограниченной ответственностью «Технологические системы»

2 ВНЕСЕН Управлением метрологии и надзора Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 декабря 2004 г. № 130-ст

4 Настоящий стандарт разработан с учетом положений международного стандарта ASTM D 1250 «Стандартное руководство по расчетным таблицам нефти и нефтепродуктов»

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в указателе «Национальные стандарты», а текст изменений — в информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована в информационном указателе «Национальные стандарты»

© ИПК Издательство стандартов, 2005

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Обозначения	1
4 Методы расчета значений плотности нефти	2
5 Таблицы пересчета значений плотности нефти	3
Приложение А (справочное) Примеры применения таблиц пересчета значений плотности нефти	4
Библиография	12

Государственная система обеспечения единства измерений

ПЛОТНОСТЬ НЕФТИ

Таблицы пересчета

State system for ensuring the uniformity of measurements.
Density of oil. The tables for recalculation

Дата введения — 2005—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт приводит сведения о таблицах пересчета значений плотности нефти в зависимости от значений температуры и давления (далее — таблицы), содержащихся в рекомендации [1], и примеры применения этих таблиц.

Таблицы предназначены для приведения плотности нефти к задаваемым температуре, в частности к температуре 15 ° и 20 °С, и давлению.

Таблицы следует использовать при учетно-расчетных товарно-коммерческих операциях с нефтью, подготовленной к транспортированию по магистральным нефтепроводам, наливным транспортом для переработки и (или) поставки на экспорт.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 28947—91 (ИСО 1768—75) Ареометры стеклянные. Стандартное значение коэффициента объемного термического расширения (для использования при подготовке поправочных таблиц для жидкостей)

ГОСТ Р 8.599—2003 Государственная система обеспечения единства измерений. Плотность и объем нефти. Таблицы коэффициентов пересчета плотности и массы

П р и м е ч а н и е — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов по указателю «Национальные стандарты», составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяют в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Обозначения

В настоящем стандарте использованы следующие обозначения:

- t — температура нефти, °С;
- P — избыточное давление, МПа;
- ρ_{15} — плотность нефти при температуре 15 °С и избыточном давлении P , равном нулю, кг/м³;
- ρ_{20} — плотность нефти при температуре 20 °С и избыточном давлении P , равном нулю, кг/м³;
- ρ_{tP} — плотность нефти при температуре t и избыточном давлении P , кг/м³;
- $\rho_{t_1 P_1}$ — плотность нефти при температуре t_1 и избыточном давлении P_1 , кг/м³;
- $\rho_{t_2 P_2}$ — плотность нефти при температуре t_2 и избыточном давлении P_2 , кг/м³;

ρ_t — плотность нефти при температуре t и избыточном давлении P , равном нулю, $\text{кг}/\text{м}^3$;
 ρ_{15} — показание ареометра при температуре t , $\text{кг}/\text{м}^3$;
 α_{15} — коэффициент объемного расширения нефти при температуре 15°C , $^\circ\text{C}^{-1}$;
 α_t — коэффициент объемного расширения нефти при температуре t , $^\circ\text{C}^{-1}$;
 γ_t — коэффициент сжимаемости нефти при температуре t , МПа^{-1} ;
 K_t — поправочный коэффициент, учитывающий влияние температуры на плотность нефти;
 K_P — поправочный коэффициент, учитывающий влияние давления на плотность нефти;
 K_{ap} — поправочный коэффициент на расширение стекла ареометра.

4 Методы расчета значений плотности нефти

4.1 Значение плотности нефти выражают через значение плотности при температуре 15°C при избыточном давлении, равном нулю, формулой

$$\rho_{tP} = \rho_{15} K_t K_P, \quad (1)$$

где K_t — поправочный коэффициент, рассчитываемый по формуле

$$K_t = \exp \left\{ -\alpha_{15} (t - 15) [1 + 0,8 \alpha_{15} (t - 15)] \right\}; \quad (2)$$

K_P — поправочный коэффициент, рассчитываемый по формуле

$$K_P = \frac{1}{1 - \gamma_t P 10^{-3}}. \quad (3)$$

4.2 Значение плотности нефти, приведенное к температуре 20°C , вычисляют по формуле

$$\rho_{20} = \rho_{15} \exp \left\{ -\alpha_{15} (20 - 15) [1 + 0,8 \alpha_{15} (20 - 15)] \right\}. \quad (4)$$

4.3 Коэффициент объемного расширения нефти при температуре 15°C и температуре t , $^\circ\text{C}^{-1}$, рассчитывают по формулам:

$$\alpha_{15} = \frac{K_0 + K_1 \rho_{15}}{\rho_{15}^2}; \quad (5)$$

$$\alpha_t = \alpha_{15} + 1,6 \alpha_{15}^2 (t - 15), \quad (6)$$

где $K_0 = 613,97226$;

$K_1 = 0$.

4.4 Коэффициент сжимаемости нефти при температуре 15°C , МПа^{-1} , рассчитывают по формуле

$$\gamma_t = 10^{-3} \exp \left(-1,62080 + 0,00021592 t + \frac{0,87096 \cdot 10^6}{\rho_{15}^2} + \frac{4,2092 t \cdot 10^3}{\rho_{15}^2} \right). \quad (7)$$

4.5 По значениям плотности нефти ρ_{tP} , температуры t и давления P рассчитывают плотность ρ_{15} по формуле (1) с подстановкой в него значений, рассчитанных по формулам (2)–(7) методом последовательных приближений.

Допустимо при перерасчете плотности нефти (далее — плотность) от одних условий к другим при разности температур t_1 и t_2 не более 5°C и разности давлений P_1 и P_2 не более 5 МПа применять формулу

$$\rho_{t_2 P_2} = \frac{\rho_{t_1 P_1}}{\left[1 + \alpha_{t_1} (t_2 - t_1) \right] \left[1 + \gamma_{t_1} (P_1 - P_2) \right]}. \quad (8)$$

4.6 При измерениях плотности ареометром показания ареометра ρ_t корректируют путем введения коэффициента температурного расширения K стекла, из которого изготовлен ареометр:

$$\rho_t = \rho_2 / K, \quad (9)$$

где по ГОСТ 28947¹⁾

$$K = 1 - 0,000025 (t - 20) \text{ (если ареометр градуирован при температуре } 20^{\circ}\text{C);} \quad (10)$$

$$K = 1 - 0,000025 (t - 15) \text{ (если ареометр градуирован при температуре } 15^{\circ}\text{C).} \quad (11)$$

При введении K в формулу (1) подставляют значение плотности, пересчитанное из показаний ареометра с учетом формулы (10) или (11):

$$\rho_t = \rho_2 K. \quad (12)$$

4.7 Приведенные методы расчета соответствуют [2].

5 Таблицы пересчета значений плотности нефти

5.1 Таблицы пересчета значений плотности нефти, приведенные в [1], приложение В, следующие:

- В.1 — таблица коэффициентов объемного расширения нефти;
- В.2 — таблица коэффициентов сжимаемости нефти;
- В.3 — таблица перевода показаний ареометра в kg/m^3 , градуированного на 20°C , при температуре нефти $t^{\circ}\text{C}$ в плотность при температуре 20°C ;
- В.4 — таблица перевода показаний ареометра в kg/m^3 , градуированного на 20°C , при температуре нефти $t^{\circ}\text{C}$ в плотность при температуре 15°C ;
- В.5 — таблица перевода показаний ареометра в kg/m^3 , градуированного на 15°C , при температуре нефти $t^{\circ}\text{C}$ в плотность при температуре 20°C ;
- В.6 — таблица перевода показаний ареометра в kg/m^3 , градуированного на 15°C , при температуре нефти $t^{\circ}\text{C}$ в плотность при температуре 15°C ;
- В.7 — таблица перевода плотности нефти в kg/m^3 при температуре 20°C в плотность при температуре $t^{\circ}\text{C}$ (без учета поправки на расширение стекла);
- В.8 — таблица перевода плотности нефти в kg/m^3 при температуре 15°C в плотность при температуре $t^{\circ}\text{C}$ (без учета поправки на расширение стекла);
- В.9 — таблица перевода плотности нефти в kg/m^3 при температуре $t^{\circ}\text{C}$ в плотность при температуре 20°C (без учета поправки на расширение стекла);
- В.10 — таблица перевода плотности нефти в kg/m^3 при температуре $t^{\circ}\text{C}$ в плотность при температуре 15°C (без учета поправки на расширение стекла).

Расчет данных, приведенных в таблицах (далее — расчет таблиц), соответствует расчету по формулам (1) — (12) настоящего стандарта.

5.2 Таблицы предназначены для обработки данных при измерениях плотности нефти ареометром или плотномером, приведении плотности к стандартным условиям по ГОСТ Р 8.599, а также к условиям (температура, давление), задаваемым пользователем.

5.3 Диапазоны значений величин в таблицах В.1 — В.10 [1]:

- для плотности: $760 \dots 914 \text{ kg/m}^3$;
- для температуры: $0^{\circ}\text{C} \dots 100^{\circ}\text{C}$.

Дискретность значений величин в таблицах:

В.1 — В.2 [1]:

- для температуры: $5,0^{\circ}\text{C}$,
- для плотности: $5,0 \text{ kg/m}^3$;

¹⁾ В таблицах Американского нефтяного института API [2] зависимость расширения стекла ареометра от температуры представлена в виде

$$K = 1 - 0,000023 (t - 15) - 0,00000002 (t - 15)^2.$$

Различия в моделях представления температурного расширения стекла приводят к различиям в расчете плотности нефти по показаниям ареометров. Максимальные различия составляют около $0,05 \text{ kg/m}^3$ при температуре испытаний $60^{\circ}\text{C} \dots 70^{\circ}\text{C}$.

Б.3 — Б.10 [1]:

- для температуры: 0,2 °С,
- для плотности: 1,0 кг/м³.

5.4 Программа, по которой проведен расчет таблиц, аттестована ГНМЦ ФГУП ВНИИМ им. Д.И. Менделеева в соответствии с [3].

5.5 Абсолютная погрешность расчета табличных значений плотности нефти не более 0,01 кг/м³.

Относительная погрешность расчета табличных значений коэффициентов объемного расширения и коэффициентов сжимаемости не более 0,01 %.

5.6 Таблицы пересчета значений плотности нефти от температуры 20 °С к температуре 15 °С приведены в ГОСТ Р 8.599.

5.7 Примеры применения таблиц приведены в приложении А.

Приложение А
(справочное)

Примеры применения таблиц пересчета значений плотности нефти

А.1 Значения коэффициентов объемного расширения и коэффициентов сжимаемости нефти определяют из таблиц В.1 и В.2 [1]. По значениям плотности и температуры, которые попадают в соответствующие диапазоны (в настоящем стандарте выделены полужирными линиями), определяют значения коэффициентов объемного расширения и сжимаемости.

Пример — Определяют для нефти, имеющей плотность 827,3 кг/м³ при температуре 28,5 °С, значения коэффициентов объемного расширения и сжимаемости.

Значение плотности 827,3 кг/м³ попадает в диапазон 825 . . . 829,99 кг/м³, значение температуры 28,5 °С — в диапазон 25,0 °С . . . 29,99 °С. Из таблиц В.1 и В.2 [1] (рисунки А.1 и А.2) определяют значения коэффициентов объемного расширения и сжимаемости. Они равны соответственно $0,892 \cdot 10^{-3} \text{ °C}^{-1}$ и $0,810 \cdot 10^{-3} \text{ МПа}^{-1}$.

Приложение В

Таблица В.1

Таблица значений коэффициентов объемного расширения нефти $\times 10^3$, $^{\circ}\text{C}^{-1}$

Плотность, кг/м ³	Температура нефти, °С											
	0,00	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00	30,00	35,00	40,00	45,00	50,00	55,00
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
815,00 — 819,99	0,923	0,921	0,920	0,918	0,916	0,914	0,912	0,910	0,908	0,906	0,904	0,902
820,00 — 824,99	0,911	0,910	0,908	0,907	0,905	0,903	0,901	0,899	0,898	0,896	0,893	0,891
825,00 — 829,99	0,900	0,899	0,897	0,896	0,894	0,892	0,891	0,889	0,887	0,885	0,883	0,881
830,00 — 834,99	0,890	0,888	0,887	0,885	0,883	0,882	0,880	0,878	0,876	0,874	0,873	0,871
835,00 — 839,99	0,879	0,878	0,876	0,875	0,873	0,871	0,870	0,868	0,866	0,864	0,862	0,860

Рисунок А.1 — Фрагмент таблицы В.1 [1]

Приложение В

Таблица В.2

Таблица значений коэффициентов сжимаемости нефти $\times 10^3$, МПа $^{-1}$

Плотность, кг/м 3	Температура нефти, °С											
	0,00 — 4,99	5,00 — 9,99	10,00 — 14,99	15,00 — 19,99	20,00 — 24,99	25,00 — 29,99	30,00 — 34,99	35,00 — 39,99	40,00 — 44,99	45,00 — 49,99	50,00 — 54,99	55,00 — 59,99
815,00 — 819,99	0,767	0,781	0,795	0,810	0,824	0,838	0,852	0,866	0,880	0,894	0,908	0,922
820,00 — 824,99	0,754	0,768	0,782	0,796	0,810	0,824	0,838	0,852	0,865	0,879	0,892	0,906
825,00 — 829,99	0,742	0,755	0,769	0,783	0,797	0,810	0,824	0,837	0,851	0,864	0,877	0,890
830,00 — 834,99	0,730	0,743	0,757	0,770	0,784	0,797	0,810	0,823	0,837	0,850	0,863	0,876
835,00 — 839,99	0,718	0,732	0,745	0,758	0,771	0,784	0,797	0,810	0,823	0,836	0,849	0,861

Рисунок А.2 — Фрагмент таблицы В.2 [1]

А.2 Пересчет плотности нефти в зависимости от температуры при различных методах испытаний осуществляют с помощью таблиц В.3 — В.10 [1].

Для пересчета плотности нефти выполняют следующие общие процедуры:

Шаг 1. Округляют значение температуры до большего значения, кратного 0,2 °С, указанного в графе «*t*, °С».

Шаг 2. Округляют значение плотности (показание ареометра) до ближайшего целого значения в кг/м 3 , указанного в головке таблицы.

Шаг 3. Рассчитывают разность между округленным и измеренным (известным) значениями плотности.

Шаг 4. По таблицам В.3 — В.10 [1] находят искомое значение плотности нефти при температуре 20 °С, соответствующее округленным значениям температуры и плотности.

Шаг 5. В случае, если значение температуры округлено до большего значения, из значения плотности, полученного из таблицы, вычитают 0,1 кг/м 3 (для таблиц В.3 — В.6 и В.9 — В.10 [1]) или к нему прибавляют 0,1 кг/м 3 (для таблиц В.7 — В.8 [1]).

Шаг 6. В зависимости от того, насколько округлено значение плотности в большую или меньшую сторону, настолько соответственно уменьшают или увеличивают значение плотности.

Если исходное округление значения плотности до ближайшего целого значения (по шагу 2) проведено в большую сторону, то на это же значение уменьшают значение расчетной плотности.

Если исходное округление значения плотности до ближайшего целого значения (по шагу 2) проведено в меньшую сторону, то на это же значение увеличивают значение расчетной плотности.

Примеры

1 Проведены измерения плотности нефти ареометром, градуированным при температуре 20 °С. Температура нефти: 27,5 °С, показание ареометра: 822,7 кг/м 3 . Определяют значение плотности при температуре 20 °С.

Процедура получения значения плотности при температуре 20 °С следующая:

Шаг 1. Округляют значение температуры до значения, кратного 0,2, в большую сторону: 27,6 °С.

Шаг 2. Округляют значение показания ареометра до ближайшего целого значения: 823 кг/м 3 .

Шаг 3. Рассчитывают разность между округленным и измеренным значениями показаний ареометра:

$$823 - 822,7 = 0,3 \text{ кг/м}^3$$

Шаг 4. По таблице В.3 [1] (рисунок А.3) находят значение плотности при температуре 20 °С, соответствующее значению температуры 27,6 °С: 828,5 кг/м 3 .

Шаг 5. Так как значение температуры округлено в сторону увеличения, из значения плотности 828,5 кг/м 3 вычитают 0,1 кг/м 3 . В результате получают 828,4 кг/м 3 .

Приложение В

Таблица В.3

Таблица перевода показаний ареометра в $\text{кг}/\text{м}^3$, отградуированного на 20°C , при испытании нефти при температуре $t^\circ\text{C}$ в плотность при 20°C

$t, ^\circ\text{C}$	815,0	816,0	817,0	818,0	819,0	820,0	821,0	822,0	823,0	824,0	825,0	826,0	827,0	828,0	829,0	830,0	831,0	832,0
26,6	819,8	820,8	821,8	822,8	823,8	824,8	825,8	826,8	827,8	828,8	829,7	830,7	831,7	832,7	833,7	834,7	835,7	836,7
26,8	820,0	820,9	821,9	822,9	823,9	824,9	825,9	826,9	827,9	828,9	829,9	830,9	831,9	832,9	833,9	834,9	835,9	836,8
27,0	820,1	821,1	822,1	823,1	824,1	825,1	826,1	827,1	828,0	829,0	830,0	831,0	832,0	833,0	834,0	835,0	836,0	837,0
27,2	820,2	821,2	822,2	823,2	824,2	825,2	826,2	827,2	828,2	829,2	830,2	831,2	832,2	833,2	834,2	835,1	836,1	837,1
27,4	820,4	821,4	822,4	823,4	824,4	825,4	826,3	827,3	828,3	829,3	830,3	831,3	832,3	833,3	834,3	835,3	836,3	837,3
27,6	820,5	821,5	822,5	823,5	824,5	825,5	826,5	827,5	828,5	829,5	830,5	831,5	832,4	833,4	834,4	835,4	836,4	837,4
27,8	820,7	821,7	822,7	823,7	824,6	825,6	826,6	827,6	828,6	829,6	830,6	831,6	832,6	833,6	834,6	835,6	836,6	837,6
28,0	820,8	821,8	822,8	823,8	824,8	825,8	826,8	827,8	828,8	829,8	830,7	831,7	832,7	833,7	834,7	835,7	836,7	837,7
28,2	821,0	822,0	823,0	823,9	824,9	825,9	826,9	827,9	828,9	829,9	830,9	831,9	832,9	833,9	834,9	835,9	836,8	837,8
28,4	821,1	822,1	823,1	824,1	825,1	826,1	827,1	828,1	829,0	830,0	831,0	832,0	833,0	834,0	835,0	836,0	837,0	838,0

Рисунок А.3 — Фрагмент таблицы В.3 [1]

Шаг 6. Так как значение плотности округлено в большую сторону на $0,3 \text{ кг}/\text{м}^3$, на эту же величину уменьшают значение плотности $828,4 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Искомое значение плотности при температуре 20°C : $828,1 \text{ кг}/\text{м}^3$.

2 Проведены измерения плотности нефти ареометром, градуированным при температуре 20°C . Температура нефти: $32,2^\circ\text{C}$, показание ареометра: $806,3 \text{ кг}/\text{м}^3$. Определяют значение плотности при температуре 15°C .

Процедура получения значения плотности при температуре 15°C следующая:

Шаг 1. Округляют значение показания ареометра до ближайшего целого значения: $806 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Шаг 2. Рассчитывают разность между округленным и измеренным значениями показаний ареометра: $806 — 806,3 = —0,3 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Шаг 3. По таблице В.4 [1] (рисунок А.4) находят значение плотности при температуре 15°C , соответствующее значению температуры $32,2^\circ\text{C}$ и значению плотности $807 \text{ кг}/\text{м}^3$: $818,7 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Приложение В

Таблица В.4

Таблица перевода показаний ареометра в $\text{кг}/\text{м}^3$, отградуированного на 20°C , при испытании нефти при температуре $t^\circ\text{C}$ в плотность при 15°C

$t, ^\circ\text{C}$	796,0	797,0	798,0	799,0	800,0	801,0	802,0	803,0	804,0	805,0	806,0	807,0	808,0	809,0	810,0	811,0	812,0	813,0
31,2	808,1	809,1	810,1	811,1	812,1	813,1	814,0	815,0	816,0	817,0	818,0	819,0	820,0	820,9	821,9	822,9	823,9	824,9
31,4	808,3	809,3	810,3	811,2	812,2	813,2	814,2	815,2	816,2	817,1	818,1	819,1	820,1	821,1	822,1	823,1	824,0	825,0
31,6	808,4	809,4	810,4	811,4	812,4	813,4	814,3	815,3	816,3	817,3	818,3	819,3	820,2	821,2	822,2	823,2	824,2	825,2
31,8	808,6	809,6	810,5	811,5	812,5	813,5	814,5	815,5	816,5	817,4	818,4	819,4	820,4	821,4	822,4	823,3	824,3	825,3
32,0	808,7	809,7	810,7	811,7	812,7	813,6	814,6	815,6	816,6	817,6	818,6	819,6	820,5	821,5	822,5	823,5	824,5	825,5
32,2	808,9	809,9	810,8	811,8	812,8	813,8	814,8	815,8	816,7	817,7	818,7	819,7	820,7	821,7	822,6	823,6	824,6	825,6
32,4	809,0	810,0	811,0	812,0	813,0	813,9	814,9	815,9	816,9	817,9	818,9	819,8	820,8	821,8	822,8	823,8	824,8	825,7
32,6	809,2	810,2	811,1	812,1	813,1	814,1	815,1	816,1	817,0	818,0	819,0	820,0	821,0	822,0	822,9	823,9	824,9	825,9
32,8	809,3	810,3	811,3	812,3	813,2	814,2	815,2	816,2	817,2	818,2	819,1	820,1	821,1	822,1	823,1	824,1	825,0	826,0
33,0	809,5	810,4	811,4	812,4	813,4	814,4	815,4	816,3	817,3	818,3	819,3	820,3	821,3	822,2	823,2	824,2	825,2	826,2

Рисунок А.4 — Фрагмент таблицы В.4 [1]

Шаг 4. Так как значение плотности округлено в меньшую сторону на $0,3 \text{ кг}/\text{м}^3$, на это же значение увеличивают значение плотности $818,7 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Искомое значение плотности при температуре 15°C : $819,0 \text{ кг}/\text{м}^3$.

3 Проведены измерения плотности нефти ареометром, градуированным при температуре 15°C . Температура нефти: $37,9^\circ\text{C}$, показание ареометра: $843,6 \text{ кг}/\text{м}^3$. Определяют значение плотности при температуре 20°C .

Процедура получения значения плотности при температуре 20°C следующая:

Шаг 1. Округляют значение температуры до значения, кратного $0,2$, в большую сторону: $38,0^\circ\text{C}$.

Шаг 2. Округляют значение показания ареометра до ближайшего целого значения: $844 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Шаг 3. Рассчитывают разность между округленным и измеренным значениями показаний ареометра:

$$844 - 843,6 = 0,4 \text{ кг}/\text{м}^3$$

Шаг 4. По таблице В.5 [1] (рисунок А.5) для значения температуры $38,0^\circ\text{C}$ и значения плотности $844 \text{ кг}/\text{м}^3$ находят значение плотности: $856,5 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Приложение В

Таблица В.5

Таблица перевода показаний ареометра в $\text{кг}/\text{м}^3$, отградуированного на 15°C , при испытании нефти при температуре $t^\circ\text{C}$ в плотность при 20°C

$t, ^\circ\text{C}$	834,0	835,0	836,0	837,0	838,0	839,0	840,0	841,0	842,0	843,0	844,0	845,0	846,0	847,0	848,0	849,0	850,0	851,0
37,2	846,0	847,0	848,0	849,0	850,0	851,0	852,0	852,9	853,9	854,9	855,9	856,9	857,9	858,9	859,8	860,8	861,8	862,8
37,4	846,2	847,2	848,2	849,1	850,1	851,1	852,1	853,1	854,1	855,1	856,0	857,0	858,0	859,0	860,0	861,0	861,9	862,9
37,6	846,3	847,3	848,3	849,3	850,3	851,3	852,2	853,2	854,2	855,2	856,2	857,2	858,1	859,1	860,1	861,1	862,1	863,1
37,8	846,5	847,5	848,4	849,4	850,4	851,4	852,4	853,4	854,3	855,3	856,3	857,3	858,3	859,3	860,3	861,2	862,2	863,2
38,0	846,6	847,6	848,6	849,6	850,5	851,5	852,5	853,5	854,5	855,5	856,5	857,4	858,4	859,4	860,4	861,4	862,4	863,3
38,2	846,7	847,7	848,7	849,7	850,7	851,7	852,7	853,6	854,6	855,6	856,6	857,6	858,6	859,5	860,5	861,5	862,5	863,5
38,4	846,9	847,9	848,9	849,8	850,8	851,8	852,8	853,8	854,8	855,7	856,7	857,7	858,7	859,7	860,7	861,6	862,6	863,6
38,6	847,0	848,0	849,0	850,0	851,0	851,9	852,9	853,9	854,9	855,9	856,9	857,8	858,8	859,8	860,8	861,8	862,8	863,8
38,8	847,2	848,1	849,1	850,1	851,1	852,1	853,1	854,1	855,0	856,0	857,0	858,0	859,0	860,0	860,9	861,9	862,9	863,9
39,0	847,3	848,3	849,3	850,3	851,2	852,2	853,2	854,2	855,2	856,2	857,1	858,1	859,1	860,1	861,1	862,1	863,0	864,0

Рисунок А.5 — Фрагмент таблицы В.5 [1]

Шаг 5. Так как значение температуры округлено в большую сторону, из значения плотности $856,5 \text{ кг}/\text{м}^3$ вычитают $0,1 \text{ кг}/\text{м}^3$. В результате получают $856,4 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Шаг 6. Так как значение плотности округлено в большую сторону на $0,4 \text{ кг}/\text{м}^3$, на это же значение уменьшают значение плотности $856,4 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Искомое значение плотности при температуре 20°C : $856,0 \text{ кг}/\text{м}^3$.

4 Проведены измерения плотности нефти ареометром, градуированным при температуре 15°C . Температура нефти: $32,0^\circ\text{C}$, показание ареометра: $856,2 \text{ кг}/\text{м}^3$. Определяют значение плотности при температуре 15°C .

Процедура получения значения плотности при температуре 15°C следующая:

Шаг 1. Округляют значение показания ареометра до ближайшего целого значения: $856 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Шаг 2. Рассчитывают разность между округленным и измеренным значениями показаний ареометра:

$$856 - 856,2 = -0,2 \text{ кг}/\text{м}^3$$

Шаг 3. По таблице В.6 (рисунок А.6) для значения температуры 32°C и значения плотности $856 \text{ кг}/\text{м}^3$ находят значение плотности нефти: $867,7 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Приложение В

Таблица В.6

Таблица перевода показаний ареометра в $\text{кг}/\text{м}^3$, отградуированного на 15°C , при испытании нефти при температуре $t^\circ\text{C}$ в плотность при 15°C

$t, ^\circ\text{C}$	847,0	848,0	849,0	850,0	851,0	852,0	853,0	854,0	855,0	856,0	857,0	858,0	859,0	860,0	861,0	862,0	863,0	864,0
31,2	858,3	859,3	860,3	861,2	862,2	863,2	864,2	865,2	866,2	867,2	868,2	869,1	870,1	871,1	872,1	873,1	874,1	875,1
31,4	858,4	859,4	860,4	861,4	862,4	863,4	864,3	865,3	866,3	867,3	868,3	869,3	870,3	871,2	872,2	873,2	874,2	875,2
31,6	858,6	859,6	860,5	861,5	862,5	863,5	864,5	865,5	866,5	867,4	868,4	869,4	870,4	871,4	872,4	873,4	874,3	875,3
31,8	858,7	859,7	860,7	861,7	862,6	863,6	864,6	865,6	866,6	867,6	868,6	869,5	870,5	871,5	872,5	873,5	874,5	875,5
32,0	858,8	859,8	860,8	861,8	862,8	863,8	864,8	865,7	866,7	867,7	868,7	869,7	870,7	871,7	872,6	873,6	874,6	875,6
32,2	859,0	860,0	861,0	861,9	862,9	863,9	864,9	865,9	866,9	867,9	868,8	869,8	870,8	871,8	872,8	873,8	874,7	875,7
32,4	859,1	860,1	861,1	862,1	863,1	864,0	865,0	866,0	867,0	868,0	869,0	870,0	870,9	871,9	872,9	873,9	874,9	875,9
32,6	859,3	860,2	861,2	862,2	863,2	864,2	865,2	866,2	867,1	868,1	869,1	870,1	871,1	872,1	873,0	874,0	875,0	876,0
32,8	859,4	860,4	861,4	862,3	863,3	864,3	865,3	866,3	867,3	868,3	869,2	870,2	871,2	872,2	873,2	874,2	875,2	876,1
33,0	859,5	860,5	861,5	862,5	863,5	864,5	865,4	866,4	867,4	868,4	869,4	870,4	871,4	872,3	873,3	874,3	875,3	876,3

Рисунок А.6 — Фрагмент таблицы В.6 [1]

Шаг 4. Так как значение плотности округлено в меньшую сторону на $0,2 \text{ кг}/\text{м}^3$, на это же значение увеличивают значение плотности $867,7 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Искомое значение плотности при температуре 15°C : $867,9 \text{ кг}/\text{м}^3$.

5 Плотность нефти при стандартных условиях (температура 20°C , избыточное давление равно нулю) составляет $828,7 \text{ кг}/\text{м}^3$. Определяют значение плотности при температуре $7,4^\circ\text{C}$.

Процедура получения значения плотности следующая:

Шаг 1. Округляют значение плотности до ближайшего целого значения: $829 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Шаг 2. Рассчитывают разность между округленным и известным значениями плотности:

$829 - 828,7 = 0,3 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Шаг 3. По таблице В.7 (рисунок А.7) для значения температуры $7,4^\circ\text{C}$ и значения плотности $829 \text{ кг}/\text{м}^3$ находят значение плотности: $838,3 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Приложение В

Таблица В.7

Таблица перевода плотности нефти в $\text{кг}/\text{м}^3$ при температуре 20°C в плотность при температуре $t^\circ\text{C}$ (без учета поправки на расширение стекла)

$t, ^\circ\text{C}$	818,0	819,0	820,0	821,0	822,0	823,0	824,0	825,0	826,0	827,0	828,0	829,0	830,0	831,0	832,0	833,0	834,0	835,0
6,6	828,0	829,0	830,0	831,0	832,0	832,9	833,9	834,9	835,9	836,9	837,9	838,9	839,9	840,8	841,8	842,8	843,8	844,8
6,8	827,9	828,8	829,8	830,8	831,8	832,8	833,8	834,8	835,8	836,7	837,7	838,7	839,7	840,7	841,7	842,7	843,7	844,7
7,0	827,7	828,7	829,7	830,7	831,7	832,6	833,6	834,6	835,6	836,6	837,6	838,6	839,6	840,6	841,5	842,5	843,5	844,5
7,2	827,6	828,5	829,5	830,5	831,5	832,5	833,5	834,5	835,5	836,5	837,4	838,4	839,4	840,4	841,4	842,4	843,4	844,4
7,4	827,4	828,4	829,4	830,4	831,4	832,4	833,3	834,3	835,3	836,3	837,3	838,3	839,3	840,3	841,3	842,2	843,2	844,2
7,6	827,3	828,2	829,2	830,2	831,2	832,2	833,2	834,2	835,2	836,2	837,1	838,1	839,1	840,1	841,1	842,1	843,1	844,1
7,8	827,1	828,1	829,1	830,1	831,1	832,1	833,0	834,0	835,0	836,0	837,0	838,0	839,0	840,0	841,0	841,9	842,9	843,9
8,0	827,0	828,0	828,9	829,9	830,9	831,9	832,9	833,9	834,9	835,9	836,9	837,8	838,8	839,8	840,8	841,8	842,8	843,8
8,2	826,8	827,8	828,8	829,8	830,8	831,8	832,7	833,7	834,7	835,7	836,7	837,7	838,7	839,7	840,7	841,7	842,6	843,6
8,4	826,7	827,7	828,6	829,6	830,6	831,6	832,6	833,6	834,6	835,6	836,6	837,5	838,5	839,5	840,5	841,5	842,5	843,5

Рисунок А.7 — Фрагмент таблицы В.7 [1]

Шаг 4. Так как значение плотности округлено в большую сторону на $0,3 \text{ кг}/\text{м}^3$, на это же значение уменьшают значение плотности $838,3 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Искомое значение плотности при температуре $7,4^\circ\text{C}$: $838,0 \text{ кг}/\text{м}^3$.

6 Плотность нефти при стандартных условиях (температура 15°C , избыточное давление равно нулю) составляет $842,3 \text{ кг}/\text{м}^3$. Определяют значение плотности нефти при температуре $22,7^\circ\text{C}$.

Процедура получения значения плотности следующая:

Шаг 1. Округляют значение температуры до значения, кратного $0,2^\circ\text{C}$: $22,8^\circ\text{C}$.

Шаг 2. Округляют значение плотности до ближайшего целого значения: $842 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Шаг 3. Рассчитывают разность между округленным и известным значениями плотности:
 $842 - 842,3 = -0,3 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Шаг 4. По таблице В.8 (рисунок А.8) для значения температуры 22,8 °С и значения плотности 842 кг/м³ находят значение плотности: 836,3 кг/м³.

Шаг 5. Так как значение температуры округлено в большую сторону, к значению плотности 836,3 кг/м³ прибавляют 0,1 кг/м³. В результате получают 836,4 кг/м³.

Шаг 6. Так как значение плотности округлено в меньшую сторону на 0,3 кг/м³, на это же значение увеличивают значение плотности 836,4 кг/м³.

Искомое значение плотности при температуре 22,7 °С: 836,7 кг/м³.

Приложение В

Таблица В.8

Таблица перевода плотности нефти в кг/м³ при температуре 15 °С в плотность при температуре t °С
(без учета поправки на расширение стекла)

$t, ^\circ\text{C}$	835,0	836,0	837,0	838,0	839,0	840,0	841,0	842,0	843,0	844,0	845,0	846,0	847,0	848,0	849,0	850,0	851,0	852,0
21,8	830,0	831,0	832,0	833,0	834,0	835,0	836,0	837,0	838,0	839,0	840,1	841,1	842,1	843,1	844,1	845,1	846,1	847,1
22,0	829,8	830,8	831,9	832,9	833,9	834,9	835,9	836,9	837,9	838,9	839,9	840,9	841,9	842,9	843,9	844,9	845,9	846,9
22,2	829,7	830,7	831,7	832,7	833,7	834,7	835,7	836,7	837,7	838,8	839,8	840,8	841,8	842,8	843,8	844,8	845,8	846,8
22,4	829,5	830,6	831,6	832,6	833,6	834,6	835,6	836,6	837,6	838,6	839,6	840,6	841,6	842,6	843,6	844,6	845,7	846,7
22,6	829,4	830,4	831,4	832,4	833,4	834,4	835,4	836,4	837,5	838,5	839,5	840,5	841,5	842,5	843,5	844,5	845,5	846,5
22,8	829,3	830,3	831,3	832,3	833,3	834,3	835,3	836,3	837,3	838,3	839,3	840,3	841,3	842,3	843,3	844,4	845,4	846,4
23,0	829,1	830,1	831,1	832,1	833,1	834,1	835,1	836,2	837,2	838,2	839,2	840,2	841,2	842,2	843,2	844,2	845,2	846,2
23,2	829,0	830,0	831,0	832,0	833,0	834,0	835,0	836,0	837,0	838,0	839,0	840,0	841,0	842,1	843,1	844,1	845,1	846,1
23,4	828,8	829,8	830,8	831,8	832,8	833,8	834,9	835,9	836,9	837,9	838,9	839,9	840,9	841,9	842,9	843,9	844,9	845,9
23,6	828,7	829,7	830,7	831,7	832,7	833,7	834,7	835,7	836,7	837,7	838,7	839,7	840,8	841,8	842,8	843,8	844,8	845,8

Рисунок А.8 — Фрагмент таблицы В.8 [1]

7 Проведены измерения плотности нефти лабораторным плотномером при избыточном давлении, равном нулю. Температура нефти: 62,8 °С, показание плотномера: 796,7 кг/м³. Определяют значение плотности нефти при стандартных условиях (температура 20 °С, избыточное давление равно нулю).

Процедура получения значения плотности следующая:

Шаг 1. Округляют значение показания плотномера до ближайшего целого значения: 797 кг/м³.

Шаг 2. Рассчитывают разность между округленным и измеренным значениями плотности:

$797 - 796,7 = 0,3 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Шаг 3. По таблице В.9 (рисунок А.9) для значения температуры 62,8 °С и значения плотности 797 кг/м³ находят значение плотности: 829,0 кг/м³.

Приложение В

Таблица В.9

Таблица перевода плотности нефти в кг/м³ при температуре t °С в плотность при 20 °С
(без учета поправки на расширение стекла)

$t, ^\circ\text{C}$	788,0	789,0	790,0	791,0	792,0	793,0	794,0	795,0	796,0	797,0	798,0	799,0	800,0	801,0	802,0	803,0	804,0	805,0
62,0	819,7	820,7	821,6	822,6	823,6	824,5	825,5	826,5	827,4	828,4	829,3	830,3	831,3	832,2	833,2	834,2	835,1	836,1
62,2	819,9	820,8	821,8	822,8	823,7	824,7	825,6	826,6	827,6	828,5	829,5	830,5	831,4	832,4	833,3	834,3	835,3	836,2
62,4	820,0	821,0	821,9	822,9	823,9	824,8	825,8	826,7	827,7	828,7	829,6	830,6	831,6	832,5	833,5	834,5	835,4	836,4
62,6	820,2	821,1	822,1	823,0	824,0	825,0	825,9	826,9	827,9	828,8	829,8	830,7	831,7	832,7	833,6	834,6	835,6	836,5
62,8	820,3	821,3	822,2	823,2	824,2	825,1	826,1	827,0	828,0	829,0	829,9	830,9	831,9	832,8	833,8	834,7	835,7	836,7
63,0	820,5	821,4	822,4	823,3	824,3	825,3	826,2	827,2	828,1	829,1	830,1	831,0	832,0	833,0	833,9	834,9	835,8	836,8
63,2	820,6	821,6	822,5	823,5	824,4	825,4	826,4	827,3	828,3	829,3	830,2	831,2	832,1	833,1	834,1	835,0	836,0	837,0
63,4	820,7	821,7	822,7	823,6	824,6	825,6	826,5	827,5	828,4	829,4	830,4	831,3	832,3	833,2	834,2	835,2	836,1	837,1
63,6	820,9	821,9	822,8	823,8	824,7	825,7	826,7	827,6	828,6	829,5	830,5	831,5	832,4	833,4	834,4	835,3	836,3	837,2
63,8	821,0	822,0	823,0	823,9	824,9	825,8	826,8	827,8	828,7	829,7	830,6	831,6	832,6	833,5	834,5	835,5	836,4	837,4

Рисунок А.9 — Фрагмент таблицы В.9 [1]

Шаг 4. Так как округление значения плотности проведено в большую сторону на 0,3 кг/м³, на это же значение уменьшают значение плотности 829,0 кг/м³.

Искомое значение плотности нефти при температуре 20 °С: 828 кг/м³.

8 Проведены измерения плотности нефти лабораторным плотномером при избыточном давлении, равном нулю. Температура нефти: 37,3 °С, показание плотномера: 856,2 кг/м³.

Определяют значение плотности при стандартных условиях (температура 15 °С, избыточное давление равно нулю).

Процедура получения значения плотности следующая:

Шаг 1. Округляют значение температуры нефти до значения, кратного 0,2 °С: 37,4 °С.

Шаг 2. Округляют значение показания плотномера до ближайшего целого значения: 856 кг/м³.

Шаг 3. Рассчитывают разность между округленным и измеренным значениями плотности: 856 — 856,2 = —0,2 кг/м³.

Шаг 4. По таблице В.10 (рисунок А.10) для значения температуры 37,4 °С и значения плотности 856 кг/м³ находят значение плотности нефти: 871,9 кг/м³.

Приложение В

Таблица В.10

Таблица перевода плотности нефти в кг/м³ при температуре t °С в плотность при 15 °С
(без учета поправки на расширение стекла)

t , °С	845,0	846,0	847,0	848,0	849,0	850,0	851,0	852,0	853,0	854,0	855,0	856,0	857,0	858,0	859,0	860,0	861,0	862,0
36,4	860,4	861,3	862,3	863,3	864,3	865,3	866,2	867,2	868,2	869,2	870,2	871,2	872,1	873,1	874,1	875,1	876,1	877,1
36,6	860,5	861,5	862,5	863,4	864,4	865,4	866,4	867,4	868,4	869,3	870,3	871,3	872,3	873,3	874,2	875,2	876,2	877,2
36,8	860,6	861,6	862,6	863,6	864,6	865,5	866,5	867,5	868,5	869,5	870,5	871,4	872,4	873,4	874,4	875,4	876,4	877,3
37,0	860,8	861,8	862,7	863,7	864,7	865,7	866,7	867,6	868,6	869,6	870,6	871,6	872,6	873,5	874,5	875,5	876,5	877,5
37,2	860,9	861,9	862,9	863,9	864,8	865,8	866,8	867,8	868,8	869,8	870,7	871,7	872,7	873,7	874,7	875,6	876,6	877,6
37,4	861,1	862,0	863,0	864,0	865,0	866,0	866,9	867,9	868,9	869,9	870,9	871,9	872,8	873,8	874,8	875,8	876,8	877,7
37,6	861,2	862,2	863,2	864,1	865,1	866,1	867,1	868,1	869,1	870,0	871,0	872,0	873,0	874,0	874,9	875,9	876,9	877,9
37,8	861,3	862,3	863,3	864,3	865,3	866,2	867,2	868,2	869,2	870,2	871,2	872,1	873,1	874,1	875,1	876,1	877,0	878,0
38,0	861,5	862,5	863,4	864,4	865,4	866,4	867,4	868,4	869,3	870,3	871,3	872,3	873,3	874,2	875,2	876,2	877,2	878,2
38,2	861,6	862,6	863,6	864,6	865,5	866,5	867,5	868,5	869,5	870,5	871,4	872,4	873,4	874,4	875,4	876,3	877,3	878,3

Рисунок А.10 — Фрагмент таблицы В.10 [1]

Шаг 5. Так как значение температуры округлено в большую сторону, из значения плотности 871,9 кг/м³ вычитают 0,1 кг/м³. В результате получают 871,8 кг/м³.

Шаг 6. Так как значение плотности округлено в меньшую сторону на 0,2 кг/м³, на это же значение увеличивают значение плотности 871,8 кг/м³.

Искомое значение плотности при температуре 15 °С: 872,0 кг/м³.

9 Плотность нефти при температуре 18,4 °С и избыточном давлении 0,44 МПа равна 818,9 кг/м³. Определяют значение плотности при стандартных условиях (температура 20 °С, избыточное давление равно нулю).

Шаг 1. Определяют для нефти, имеющей плотность 818,9 кг/м³ при температуре 18,4 °С, значения коэффициентов объемного расширения и сжимаемости.

Значение плотности 818,9 кг/м³ попадает в диапазон 815 ... 819,99 кг/м³, значение температуры 18,4 °С — в диапазон 15,0 °С ... 19,99 °С. Из таблиц В.1 и В.2 [1] (рисунки А.1 и А.2) определяют значения коэффициентов объемного расширения и сжимаемости. Они равны соответственно $0,918 \cdot 10^{-3} \text{ °C}^{-1}$ и $0,810 \cdot 10^{-3} \text{ МПа}^{-1}$.

Шаг 2. Подставляют в формулу (12) исходные значения температуры и избыточного давления, а также найденные по таблицам значения коэффициентов объемного расширения и сжимаемости и находят

$$\rho = \frac{818,9}{[1 + 0,918 \cdot 10^{-3} \cdot (20 - 18,4)] [1 + 0,810 \cdot 10^{-3} \cdot (0,44 - 0)]} = 817,4 \text{ кг/м}^3.$$

Искомое значение плотности при температуре 20 °С и избыточном давлении, равном нулю: 817,4 кг/м³.

10 Плотность нефти при температуре 21,1 °С и избыточном давлении 2,44 МПа равна 832,7 кг/м³. Определяют значение плотности при температуре 18,7 °С и избыточном давлении 0,87 МПа.

Шаг 1. Определяют для нефти, имеющей плотность 832,7 кг/м³ при температуре 21,1 °С, значения коэффициентов объемного расширения и сжимаемости.

Значение плотности 832,7 кг/м³ попадает в диапазон 830 . . . 835,99 кг/м³, значение температуры 21,1 °С — в диапазон 20,0 °С . . . 24,99 °С. Из таблиц В.1 и В.2 [1] (рисунки А.1 и А.2) определяют значения коэффициентов объемного расширения и сжимаемости. Они равны соответственно $0,883 \cdot 10^{-3} \text{ °C}^{-1}$ и $0,784 \cdot 10^{-3} \text{ МПа}^{-1}$.

Шаг 2. Подставляют в формулу (12) исходные значения температуры и избыточного давления, а также найденные по таблицам значения коэффициентов объемного расширения и сжимаемости и находят

$$\rho = \frac{832,7}{[1 + 0,883 \cdot 10^{-3} \cdot (18,7 - 21,1)] [1 + 0,784 \cdot 10^{-3} \cdot (2,44 - 0,87)]} = 833,4 \text{ кг/м}^3.$$

Искомое значение плотности нефти при температуре 18,7 °С и избыточном давлении 0,87 МПа: 833,4 кг/м³.

Библиография

- [1] МИ 2880—2004 Государственная система обеспечения единства измерений. Плотность нефти при учетно-расчетных операциях. Программа и таблицы приведения плотности нефти к заданной температуре и давлению
- [2] ASTM D 1250—2004 Стандартное руководство по расчетным таблицам нефти и нефтепродуктов
- [3] МИ 2174—91 Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация алгоритмов и программ обработки данных при измерениях. Основные положения

УДК 665.6:620.113:006.354

ОКС 17.020

Т86.5

Ключевые слова: плотность нефти, температура нефти, избыточное давление нефти, коэффициент объемного расширения, коэффициент сжимаемости

Редактор *Л.В. Афанасенко*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Е.Д. Дульнева*
Компьютерная верстка *Е.Н. Мартемьяновой*

Изд. лиц. № 02354 от 14.07.2000. Сдано в набор 11.01.2005. Подписано в печать 25.01.2005. Усл. печ. л. 1,86.
Уч.-изд. л. 1,40. Тираж 364 экз. С 184. Зак. 45.

ИПК Издательство стандартов, 107076 Москва, Коподзенский пер., 14.
<http://www.standards.ru> e-mail: info@standards.ru
Набрано в Издательстве на ПЭВМ

Отпечатано в филиале ИПК Издательство стандартов — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.
Плр № 080102