

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

ПРИРОДНЫЕ КАМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ. КЕРАМИЧЕСКИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Методические указания №1
для выполнения самостоятельной работы

Под общей редакцией доктора технических наук,
профессора Ю.П. Скачкова

Пенза 2015

УДК 691.2+691.4

ББК 38,3

П77

*Методические указания подготовлены в рамках проекта
«ПГУАС – региональный центр повышения качества подготовки
высококвалифицированных кадров строительной отрасли»
(конкурс Министерства образования и науки Российской Федерации –
«Кадры для регионов»)*

Рекомендовано Редсоветом университета

Рецензент – доктор технических наук, профессор
В.И. Логанина (ПГУАС)

Природные каменные материалы. керамические строительные
П77 материалы: методические указания №1 для выполнения
самостоятельной работы /С.Н. Кислицына; под общ. ред. д-ра техн.
наук, проф. Ю.П. Скачкова.. – Пенза: ПГУАС, 2015. – 12 с.

Рассматриваются задачи, связанные с оценкой свойств, технологией и применением строительных материалов.

Методические указания подготовлены на кафедре «Управление качеством и технология строительного производства» и базовой кафедре ПГУАС при ООО «Стройцентр» и предназначены для использования обучающимися по программе повышения квалификации «Современные композиционные строительные материалы».

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2015
© Кислицына С.Н., 2015

ПРЕДИСЛОВИЕ

Горные породы широко используются для строительных целей, в том числе и в качестве сырья для производства других важнейших строительных материалов. Это обусловило необходимость изучения этой группы материалов. Область использования природных каменных, а также и искусственно получаемых керамических материалов определяется в первую очередь тем, какими физико-механическими и химическими свойствами они обладают. Без знания этих свойств трудно дать правильную оценку качеству рассматриваемых материалов и производить необходимые инженерно-технические расчеты. Предлагаемые ниже задачи помогают в овладении такими знаниями.

ЗАДАЧИ

ЗАДАЧА 1. Определите пористость известняка-ракушечника, имеющего среднюю плотность 1300 кг/м^3 , если значение истинной плотности этой горной породы составляет $2,65 \text{ г/см}^3$.

ЗАДАЧА 2. Определите открытую пористость образца из вулканического туфа размером $100 \times 100 \times 100 \text{ мм}$, если известно, что его масса в сухом состоянии составляла 950 г , а при полном насыщении пор водой – 1230 г .

ЗАДАЧА 3. Определить пористость горной породы, если известно, что ее водопоглощение по объему в $1,8$ раза больше водопоглощения по массе, а истинная плотность этой породы равна 2600 кг/м^3 .

ЗАДАЧА 4. Чему равна средняя плотность известняка-ракушечника с истинной плотностью 2700 кг/м^3 , если его пористость составляет 35% ?

ЗАДАЧА 5. Известно, что один образец является изверженной глубинной породой, а другой - осадочной сцементированной. Определите, какой из образцов соответствует той или иной породе, если оба они имеют форму куба с ребром 5 см . Причем первый образец разрушился при нагрузке 1300 кгс , а второй – при нагрузке $47,6 \text{ тс}$. Ответ подтвердите расчетом.

ЗАДАЧА 6. Образец глубинной горной породы - гранита в виде куба с ребром $0,07 \text{ м}$ при испытании на сжатие под прессом разрушился под нагрузкой 88000 кгс . Чему равен предел прочности гранита при сжатии?

ЗАДАЧА 7. Сколько образуется каолинита при полном выветривании 10 тонн ортоклаза?

ЗАДАЧА 8. Согласно данным химического анализа гранит содержит $69\% \text{ SiO}_2$, базальт – $47\% \text{ SiO}_2$. К каким группам (по химическому составу) относятся гранит и базальт и какое различие наблюдается в их свойствах?

ЗАДАЧА 9. Горная порода имеет истинную плотность $2,7 \text{ г/см}^3$ и пористость 23% . К какому виду (по плотности) относятся каменные материалы, полученные из этой горной породы?

ЗАДАЧА 10. Рассчитать прочность каменных материалов из диорита, если при испытании на сжатие трех образцов этой породы с размером ребра 5 см показания манометра пресса были 120 , 118 и 121 кгс/см^2 . Площадь поршня пресса 570 см^2 .

ЗАДАЧА 11. При испытании на морозостойкость образцов песчаника получены следующие данные: масса образцов до испытания (средняя) – 878 г , а прочность при сжатии – 1240 кгс/см^2 .

После 25 циклов попеременного замораживания и оттаивания в насыщенном водой состоянии масса образцов (средняя) составила 878 г , а прочность при сжатии – 1225 кгс/см^2 ; после 50 циклов – соответственно 876 г и 1216 кгс/см^2 ; после 100 циклов – 865 г и 1185 кгс/см^2 , после 150 циклов – 826 г и 910 кгс/см^2 .

К какой марке по морозостойкости должен быть отнесен песчаник?

ЗАДАЧА 12. Горная порода содержит 78% $CaCO_3$ и 20% глинистых веществ. Как называется такая горная порода?

ЗАДАЧА 13. Химический состав двух горных пород характеризуется следующим содержанием окислов:

Т а б л и ц а 1

№ горной породы	$CaO, \%$	$MgO, \%$	$SiO_2, \%$	$Al_2O_3, \%$
1	42	4	9	4
2	12	-	76	2

Дать сравнительную характеристику их основных химических свойств с точки зрения стойкости в кислых и щелочных средах.

ЗАДАЧА 14. Масса рядового керамического кирпича в сухом состоянии составила 3,2 кг, а после выдержки в воде – 3900 г. Определите среднюю плотность и водопоглощение по массе и по объему этого материала, если размеры его строго соответствуют ГОСТ 530-2007 (без отклонений).

ЗАДАЧА 15. Рядовой керамический кирпич, размеры которого строго соответствуют ГОСТ 530-2007, имеет среднюю плотность 1650 кг/м³. Определите его массу.

ЗАДАЧА 16. Какое количество рядового керамического кирпича (шт.) размером 250×120×65 мм понадобится для выполнения 1 м³ кладки, если доля раствора составляет 20 % объема кладки?

ЗАДАЧА 17. Сколько глины с влажностью 10 % и потерями при прокаливании 6 % (от массы сухой глины) потребуется для выпуска 1000 шт. керамического кирпича размером 250×120×88 мм? Средняя плотность кирпича равна 1650 кг/м³, глины – 1700 кг/м³.

ЗАДАЧА 18. Необходимо получить 1000 штук пористого кирпича со средней плотностью 1200 кг/м³. Средняя плотность рядового кирпича из этой глины 1700 кг/м³. Рассчитать количество древесных опилок (по массе), необходимых для этого, если средняя плотность опилок (без пустот между зернами) составила 480 кг/м³. Размеры кирпича – 250×120×65 мм.

ЗАДАЧА 19. Марка кирпича керамического рядового по прочности «100». Какую нагрузку на постель может выдержать этот кирпич, если размеры его точно соответствуют ГОСТ 530-2007 (без отклонений)?

ЗАДАЧА 20. Рассчитать длину кирпича после сушки и обжига, если длина свежесформованного кирпича 260 мм, воздушная усадка составляет 12%, а огневая 5%.

ЗАДАЧА 21. Зерно керамзитового гравия объемом 30 см³ плавает в воде, погружаясь на $\frac{3}{4}$ своего объема. Определить пористость керамзита, если его истинная плотность 2,66 /см³.

ЗАДАЧА 22. При производстве керамзита используется глина, имеющая среднюю плотность 2,56 т/м³ при влажности 14 % (по массе). Готовый керамзитовый гравий имеет насыпную плотность 415 кг/м³ и

межзерновую пустотность 48 %. Рассчитать во сколько раз увеличивается объем глины при вспучивании, принимая массу глины и керамзита одинаковой.

ЗАДАЧА 23. Определить воздушную и огневую усадку глины, если на лабораторном образце сырце специально нанесенная линия длиной 200 мм после сушки стала длиной 186 мм, а после обжига – 180 мм (средние значения из пяти образцов).

ЗАДАЧА 24. Установить к какой марке по прочности относится рядовой керамический кирпич если при испытании на изгиб показание манометра перед разрушением кирпича составило 8 кгс/см^2 , а при испытании на сжатие – 320 кгс/см^2 . Площадь поршня пресса равна 50 см^2 , размеры кирпича точно соответствуют ГОСТ 530-2007, расстояние между опорами 20 см.

ЗАДАЧА 25. Для покрытия кровли применяются плоская ленточная глиняная черепица, кроющие размеры которой по длине 160 мм, по ширине 155 мм. Масса 1 м^2 покрытия в насыщенном водой состоянии равен 65 кг. Полное водонасыщение черепицы 8%. Определить количество черепицы для покрытия 12 м^2 кровли и определить вес кровли.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

ЗАДАЧА 1.

Пористость известняка-ракушечника:

$$P = \left(1 - \frac{\rho_m}{\rho}\right) 100\% = \left(1 - \frac{1300}{2650}\right) \cdot 100 = 51\%$$

ЗАДАЧА 2.

Объем образца: $V = a^3 = 10^3 = 1000 \text{ см}^3$

Принимаем $P_o = W_o$

$$W_o = \frac{m_{вл} - m_{су}}{V} \cdot 100\% = \frac{1230 - 950}{1000} \cdot 100 = 28\%.$$

ЗАДАЧА 3.

Относительная плотность горной породы: $d = \frac{W_o}{W_m} = \frac{1,8W_m}{W_m} = 1,8$

Средняя плотность горной породы: $\rho_m = d \cdot \rho_{H_2O} = 1,8 \cdot 1000 = 1800 \text{ кг/м}^3$

Пористость горной породы: $P = \left(1 - \frac{\rho_m}{\rho}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{1800}{2600}\right) \cdot 100 = 31\%.$

ЗАДАЧА 4.

Из формулы пористости $P = \left(1 - \frac{\rho_m}{\rho}\right) \cdot 100\%$ находим

$$\rho_m = (1 - P) \cdot \rho = (1 - 0,35) \cdot 2600 = 1690 \text{ кг/м}^3.$$

ЗАДАЧА 5.

Предел прочности при сжатии вычисляют по формуле: $R_{сж} = \frac{F}{S}$

$$\text{Первый образец: } R_{сж}^1 = \frac{F}{S} = \frac{1300}{5 \cdot 5} = 52 \text{ кгс/см}^2 = 5,2 \text{ МПа}$$

$$\text{Второй образец: } R_{сж}^2 = \frac{F}{S} = \frac{47600}{5 \cdot 5} = 1904 \text{ кгс/см}^2 = 190,4 \text{ МПа}$$

$R_{сж}^2 \gg R_{сж}^1$, следовательно первая порода является осадочной, а вторая изверженной глубинной породой.

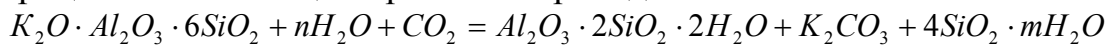
ЗАДАЧА 6.

Предел прочности при сжатии гранита:

$$R_{сж} = \frac{F}{S} = \frac{88000}{7 \cdot 7} = 1795,9 \text{ кгс/см}^2 = 179,6 \text{ МПа}.$$

ЗАДАЧА 7.

Процесс каолинизации ортоклаза проходит по схеме:



Вычисляем молекулярные массы (см. приложение 1)

$$\text{ортоклаза: } M = 2 \cdot 39,1 + 16 + 2 \cdot 27 + 3 \cdot 16 + 6(28 + 2 \cdot 16) = 556,2$$

$$\text{каолинита: } M = 27 \cdot 2 + 16 \cdot 3 + 2(28 + 2 \cdot 16) + 2(2 + 16) = 258$$

Составляем пропорцию:

$$556,2 - 258$$

$$10 - x$$

$$x = \frac{258 \cdot 10}{556,2} = 4,64 \text{ т каолинита}$$

ЗАДАЧА 8. По содержанию кремнезема (SiO_2) гранит относится к группе кислых горных пород (содержащих 65-70% SiO_2), а базальт – к группе основных горных пород (содержащих 40-50% SiO_2).

По мере уменьшения содержания SiO_2 , т.е. по мере перехода к более основным породам, увеличивается прочность, плотность и ударная вязкость горных пород, а цвет этих пород становится темнее (за счет повышения содержания темноокрашенных минералов (пироксенов, оливина и др.).

ЗАДАЧА 9.

Из формулы $\Pi = \left(1 - \frac{\rho_m}{\rho}\right) \cdot 100\%$ вычисляем среднюю плотность горной породы: $\rho_m = (1 - \Pi) \cdot \rho = (1 - 0,23) \cdot 2700 = 2079 \text{ кг/м}^3$.

Т.к. полученное значение средней плотности больше 1800 кг/м³, каменные изделия из этой горной породы относятся к виду тяжелых.

ЗАДАЧА 10.

$$\text{Среднее показание манометра: } P = \frac{120 + 118 + 121}{3} = 120 \text{ кгс/см}^2$$

$$\text{Разрушающая нагрузка: } F = P \cdot S' = 120 \cdot 570 = 68400 \text{ кгс}$$

$$\text{Предел прочности при сжатии: } R_{сж} = \frac{F}{S} = \frac{68400}{5 \cdot 5} = 2736 \text{ кгс/см}^2 = 273,6 \text{ МПа}.$$

ЗАДАЧА 11.

После 25 циклов замораживания и оттаивания потеря массы и прочности составляли:

$$\Delta m = \frac{878 - 878}{878} \cdot 100 = 0\%$$

$$\Delta R_{сж} = \frac{1240 - 1225}{1240} \cdot 100 = 1,2\%$$

После 50 циклов: $\Delta m = \frac{878 - 876}{878} \cdot 100 = 0,2\%$

$$\Delta R_{сж} = \frac{1240 - 1216}{1240} \cdot 100 = 1,9\%$$

После 100 циклов: $\Delta m = \frac{878 - 865}{878} \cdot 100 = 1,5\%$

$$\Delta R_{сж} = \frac{1240 - 1185}{1240} \cdot 100 = 4,4\%$$

После 150 циклов: $\Delta m = \frac{878 - 826}{878} \cdot 100 = 6\%$

$$\Delta R_{сж} = \frac{1240 - 910}{1240} \cdot 100 = 27\%$$

Как известно, материал считается морозостойким, если потеря массы не превышает 5%, а прочности – 25%. Этому условию песчаник удовлетворяет до 100 циклов попеременного замораживания и оттаивания, т.е. его морозостойкость может быть оценена маркой F100.

ЗАДАЧА 12.

Порода состоит в основном из известняка. При содержании глинистых примесей в количестве 10-25% известняки называются известковыми мергелями. Следовательно, эта горная порода называется известковым мергелем.

ЗАДАЧА 13.

Рассчитываем модуль основности обеих пород.

$$\text{Горная порода №1: } M_o = \frac{\%CaO + \%MgO}{\%SiO_2 + \%Al_2O_3} = \frac{42 + 4}{9 + 4} = 3,5$$

$$\text{Горная порода №2: } M_o = \frac{\%CaO + \%MgO}{\%SiO_2 + \%Al_2O_3} = \frac{12}{76 + 2} = 0,15$$

Горная порода №1 имеет M_o более 1,0 и поэтому она будет устойчива в щелочных средах и нестойка в кислых средах. Горная порода №2

($M_o = 0,15$), наоборот, будет устойчива в кислых средах и менее стойка в щелочных.

ЗАДАЧА 14.

Размеры рядового керамического кирпича по ГОСТ 530-2007 - 250×120×65 мм (см. приложение 2).

Объем кирпича: $V = 25 \cdot 12 \cdot 6,5 = 1950 \text{ см}^3$

Водопоглощение по массе: $W_m = \frac{m_{\text{вл}} - m_{\text{сух}}}{m_{\text{сух}}} \cdot 100\% = \frac{3900 - 3200}{3200} \cdot 100\% = 21,9\%$

Водопоглощение по объему:

$$W_m = \frac{m_{\text{вл}} - m_{\text{сух}}}{V} \cdot 100\% = \frac{3900 - 3200}{1950} \cdot 100\% = 36\%$$

Средняя плотность: $\rho_m = \frac{m}{V} = \frac{3200}{1950} = 1,62 / \text{см}^3 = 1600 \text{ кг} / \text{м}^3$.

Согласно ГОСТ 530-2007 по средней плотности кирпич относится к классу «2,0» (см. приложение 3).

ЗАДАЧА 15.

Размеры рядового керамического кирпича по ГОСТ 530-2007 - 250×120×65 мм (см. приложение 2).

Объем кирпича: $V = 25 \cdot 12 \cdot 6,5 = 1950 \text{ см}^3$

Масса кирпича: $m = \rho_m \cdot V = 1,65 \cdot 1950 = 3217,5 \text{ г} = 3,22 \text{ кг}$.

ЗАДАЧА 16.

Объем кирпича в кладке составляет 80%, т.е. $V_{\text{кл}} = 1 \cdot 0,8 = 0,8 \text{ м}^3$

Объем одного кирпича: $V_{\text{кирп}} = 25 \cdot 12 \cdot 6,5 = 1950 \text{ см}^3 = 0,00195 \text{ м}^3$

Количество кирпичей в кладке: $n = \frac{V_{\text{кл}}}{V_{\text{кирп}}} = \frac{0,8}{0,00195} = 410 \text{ штук}$.

ЗАДАЧА 17.

Объем 1000 штук кирпича: $V = 1000 \cdot 0,25 \cdot 0,12 \cdot 0,088 = 2,64 \text{ м}^3$

Масса 1000 штук кирпича: $m_{\text{кирп}} = \rho_m \cdot V = 1650 \cdot 2,64 = 4356 \text{ кг}$

Масса глины с учетом потерь при прокаливании:

$$m_{\text{глины}} = 4356 + (4356 \cdot 0,06) = 4617,4 \text{ кг}$$

Масса сырой глины:

$$m_{\text{глины}}^{\text{вл}} = 4617,4 + (4617,4 \cdot 0,1) = 5079 \text{ кг}$$

Объем глины: $V_{\text{глины}} = \frac{m}{\rho_m} = \frac{5079}{1700} = 2,99 \text{ м}^3$.

ЗАДАЧА 18.

Объем 1000 штук кирпича: $V = 1000 \cdot 0,25 \cdot 0,12 \cdot 0,065 = 1,95 \text{ м}^3$

Масса 1000 штук рядового кирпича: $m = \rho_m \cdot V = 1700 \cdot 1,95 = 3315 \text{ кг}$

Масса 1000 штук пористого кирпича: $m = \rho_m \cdot V = 1200 \cdot 1,95 = 2340 \text{ кг}$

Пористый кирпич легче рядового на: $\Delta m = 3315 - 2340 = 975 \text{ кг}$

Для уменьшения массы необходимо в кирпиче создать дополнительный объем пустот, который равен:

$$V_{\text{пустот}} = \frac{\Delta m}{\rho_m} = \frac{975}{1700} = 0,57 \text{ м}^3$$

Эти пустоты создаются после выгорания опилок во время обжига кирпича, следовательно, такой объем должны иметь опилки (в плотном состоянии без пустот между зернами): $m = \rho_m \cdot V = 480 \cdot 0,57 = 273,6 \text{ кг}$.

ЗАДАЧА 19.

Размеры рядового керамического кирпича по ГОСТ 530-2007 - 250×120×65 мм (см. приложение 2).

Марка кирпича по прочности «100» показывает, что его предел прочности при сжатии не менее 100 кгс/см².

$$\text{Площадь постельной грани кирпича: } S = a \cdot b = 25 \cdot 12 = 300 \text{ см}^2$$

Допустимая нагрузка на постельную грань:

$$F = R_{\text{сж}} \cdot S = 100 \cdot 300 = 30000 \text{ кгс} = 30 \text{ тс}.$$

ЗАДАЧА 20.

Усадку рассчитывают по формуле: $U = \frac{l_{\text{нач}} - l_{\text{кон}}}{l_{\text{нач}}} \cdot 100\%$, отсюда

$$\text{Длина кирпича после сушки: } l_{\text{кон}} = l_{\text{нач}} - U \cdot l_{\text{нач}} = 260 - 0,12 \cdot 260 = 228,8 \text{ мм}$$

Длина кирпича после обжига:

$$l_{\text{кон}} = l_{\text{нач}} - U \cdot l_{\text{нач}} = 228,8 - 0,05 \cdot 228,8 = 217,36 \text{ мм}.$$

ЗАДАЧА 21.

Масса плавающего зерна керамзита равна объему вытесненной им воды (по закону Архимеда), т.е. $m = 30 \cdot 3/4 = 22,5 \text{ г}$

$$\text{Средняя плотность керамзита: } \rho_m = \frac{m}{V} = \frac{22,5}{30} = 0,75 \text{ г/см}^3 = 750 \text{ кг/м}^3$$

$$\text{Пористость керамзита: } \Pi = \left(1 - \frac{\rho_m}{\rho}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{0,75}{2,66}\right) \cdot 100\% = 72\%.$$

ЗАДАЧА 22.

$$\text{Средняя плотность сухой глины: } \rho_m = \frac{2,56}{1 + 0,14} = 2,25 \text{ т/м}^3 = 2250 \text{ кг/м}^3$$

Из формулы $\Pi = \left(1 - \frac{\rho_{\text{нас}}}{\rho_m}\right) \cdot 100\%$ вычисляем среднюю плотность

$$\text{керамзита в куске: } \rho_m = \frac{\rho_{\text{нас}}}{1 - \Pi} = \frac{415}{1 - 0,48} = 798 \text{ кг/м}^3$$

Увеличение объема глины при вспучивании эквивалентно уменьшению средней плотности, т.е. объем увеличился в $2250/798 = 2,8$ раза.

ЗАДАЧА 23.

Воздушная усадка: $Y_v = \frac{l_{нач} - l_{кон}}{l_{нач}} \cdot 100\% = \frac{200 - 186}{200} \cdot 100\% = 7\%$

Огневая усадка: $Y_o = \frac{l_{нач} - l_{кон}}{l_{нач}} \cdot 100\% = \frac{186 - 180}{186} \cdot 100\% = 3,2\%$

ЗАДАЧА 24.

Разрушающая нагрузка при испытании на изгиб:
 $F = P \cdot S_n = 8 \cdot 50 = 400 \text{ кгс}$

Разрушающая нагрузка при испытании на сжатие:

$$F = P \cdot S_n = 320 \cdot 50 = 16000 \text{ кгс}$$

Предел прочности при изгибе:

$$R_{изг} = \frac{3Fl}{2bh^2} = \frac{3 \cdot 400 \cdot 20}{2 \cdot 12 \cdot 6,5^2} = 23,7 \text{ кгс/см}^2 = 2,37 \text{ МПа}$$

Предел прочности при сжатии:

$$R_{сж} = \frac{F}{S} = \frac{16000}{12 \cdot 12} = 111 \text{ кгс/см}^2 = 11,1 \text{ МПа}$$

Согласно ГОСТ 530-2007 кирпич относится к марке по прочности «100» (см. приложение 4).

ЗАДАЧА 25.

Кроющая полезная площадь 1 черепицы: $0,16 \cdot 0,155 = 0,0248 \text{ м}^2$

Количество черепицы на 1 м^2 кровли: $1 : 0,0248 = 40 \text{ штук}$

На 12 м^2 кровли понадобится $12 \cdot 40 = 480 \text{ штук}$

Масса кровли из глиняной черепицы в насыщенном водой состоянии, т.е. максимальная: $65 \cdot 12 = 780 \text{ кг}$ на 12 м^2 кровли.

Массу кровли из черепицы в сухое время года принимаем за x , тогда
 $x + 0,08x = 780$, отсюда $x = \frac{780}{1,08} = 722,2 \text{ кг}$.

Учебное издание

Кислицына Светлана Николаевна

ПРИРОДНЫЕ КАМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ.
КЕРАМИЧЕСКИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Методические указания № 1
для выполнения самостоятельной работы

Под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.П. Скачкова

В авторской редакции
Верстка Т.Ю. Симутина

Подписано в печать 25.06.15. Формат 60x84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл.печ.л. 0,69. Уч.-изд.л. 0,75. Тираж 80 экз.
Заказ № 392.

Издательство ПГУАС.
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28