

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

ХИМИЯ ВОДЫ И МИКРОБИОЛОГИЯ

Методические указания к контрольным работам
для направления подготовки
08.03.01 «Строительство»

Пенза 2016

УДК [628.16+628.34]:579.6+543.3(075.8)

ББК 38.761+28.4+28.072я73

X46

Рекомендовано Редсоветом университета

Рецензент – кандидат химических наук А.В. Нуштаева (ПГУАС)

Химия воды и микробиология: методические указания к контрольным работам для направления подготовки 08.03.01 «Строительство» / Н.Г. Вилкова, А.А. Шумкина, П.А. Полубояринов. – Пенза: ПГУАС, 2016. – 12 с.

Содержатся рекомендации по выполнению контрольных работ по дисциплине «Химия воды и микробиология», а также даны вопросы для подготовки к контрольным работам.

Методические указания подготовлены на кафедре «Физика и химия» и предназначены для студентов 2-го курса направления 08.03.01 «Строительство», изучающих дисциплину «Химия воды и микробиология» по программе бакалавриата.

© Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2016

© Вилкова Н.Г., Шумкина А.А.,
Полубояринов П.А., 2016

ПРЕДИСЛОВИЕ

Методические указания разработаны для программы дисциплины «Химия воды и микробиология», составленной в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования для направления «Строительство» (квалификация – бакалавр).

Дисциплина «Химия воды и микробиология» изучается студентами 2-го курса и входит в базовую часть общепрофессионального модуля учебного цикла Б1.Б.2.1.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) «Химия» (в соответствии с ФГОС ВО):

– знание научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по профилю деятельности.

– способность составлять отчеты по выполненным работам, участвовать во внедрении результатов исследований и практических разработок.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по профилю деятельности.

Уметь: применять полученные знания в практической деятельности, составлять отчеты по выполненным работам, участвовать во внедрении результатов исследований и практических разработок

Владеть: основными знаниями, необходимыми для выполнения теоретического и экспериментального исследования, которые в дальнейшем помогут решать на современном уровне вопросы водоснабжения и водоотведения.

Содержание разделов дисциплины «Химия воды и микробиология»

№ п/п	Разделы дисциплины	Содержание разделов	Кол-во часов
1	Особенности химического состава природных и сточных вод	РН природной воды. Жесткость воды, солесодержание. РН сточной воды, состав	2
3	Классификация природных примесей на основе их фазово-дисперсной характеристики	Фазово-дисперсная характеристика природной воды. Классификация примесей воды по размерам частиц. Суспензии, золи, эмульсии, пены.	4
4	Физико-химические свойства процессов обработки природных и сточных вод.	Иониты, их строение и применение. Очистка воды методом осаждения, флотацией, коагуляцией. Обеззараживание воды	4
5	Общая микробиология.	Основы микробиологии. Грибы, водоросли, простейшие, бактерии. Способы питания и дыхания микроорганизмов	2
6	Санитарная биология	Санитарно-показательные микроорганизмы. Коли-индекс, микробное число	2
8	Процессы загрязнения и самоочищения водоемов	Сточные воды гальванических цехов, целлюлозно-бумажных комбинатов: их состав	2
	Роль микроорганизмов в процессах очистки сточных вод.	Аэробные и анаэробные процессы разложения веществ в водоеме	2
	Итого		18

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К КОНТРОЛЬНЫМ РАБОТАМ

Раздел 1. Особенности химического состава природных и сточных вод

Контрольная работа № 1

1. В каких формах выражаются результаты анализа воды?
2. Определите молярную массу эквивалентов гидроксидов натрия, алюминия, железа(II).
3. Вычислите молярную массу эквивалентов следующих кислот: азотной, сероводородной, серной.
4. Определите молярную массу эквивалентов сульфата натрия, нитрата цинка, сульфида хрома(III).
5. Вычислите молярную массу эквивалентов следующих ионов: NO_3^- , PO_4^{3-} , Al^{3+} , HCO_3^- , Zn^{2+} .

6. При анализе природной воды установлено, что в 1 дм³ воды масса ионов кальция составляет 160 мг, масса ионов магния – 130 мг, масса сульфат-ионов – 150 мг. Выразите результаты анализа в эквивалентной форме.

7. При анализе водопроводной воды установлено, что в 1 дм³ воды $n_{\text{эк}}(\text{Ca}^{2+})=5$ ммоль; $n_{\text{эк}}(\text{Mg}^{2+})=3$ ммоль; $n_{\text{эк}}(\text{HCO}_3^-)=7$ ммоль. Выразите результаты анализа в массово-объемной форме.

8. При анализе природной воды установлено, что в 1 дм³ воды масса ионов кальция составляет 100 мг; масса ионов магния – 240 мг; масса сульфат-ионов – 71 мг. Выразите результаты анализа в эквивалентной форме.

9. При анализе водопроводной воды установлено, что в 20 дм³ воды $n_{\text{эк}}(\text{Ca}^{2+})=40$ ммоль; $n_{\text{эк}}(\text{Mg}^{2+})=60$ ммоль; $n_{\text{эк}}(\text{Cl}^-)=10$ ммоль. Выразите результаты анализа в массово-объемной форме.

10. Приведите формулу определения количества вещества эквивалентов для любых соединений.

Раздел 2. Классификация природных примесей на основе их фазово-дисперсной характеристики

Контрольная работа № 2

Вариант № 1

1. Рассчитать карбонатную, некарбонатную и общую жесткость воды, если в ней содержится: Ca^{2+} – 60,12 мг/л; Mg^{2+} – 30 мг/л; HCO_3^- – 122 мг/л.

2. Определить количество фосфата натрия, необходимое для умягчения 250 м³ воды, содержащей Ca^{2+} – 50,1 мг/л; Mg^{2+} – 30,4 мг/л (избыток реагента 0,5 ммоль/л, содержание Na_3PO_4 в товарном продукте – 75 %). Написать уравнения реакций умягчения.

Вариант № 2

1. При кипячении воды содержание ионов кальция уменьшилось с 75 до 20 мг/л, ионов магния с 36 до 6 мг/л. Рассчитать общую, устранимую и остаточную жесткость.

2. Рассчитать количество гашеной извести, необходимое для умягчения 200 м³ воды с общей жесткостью – 7,5 ммоль/л, некарбонатной жесткостью, равной 3,5 ммоль/л. Содержание свободной угольной кислоты составляет 22 мг/л, а $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в товарном продукте – 75 %.

Вариант № 3

1. Рассчитать содержание в воде гидрокарбонат-ионов, некарбонатную жесткость, содержание ионов магния (мг/л), если общая жесткость воды равна 7,2 ммоль/л, карбонатная жесткость – 3,2 ммоль/л, Ca^{2+} – 60,12 мг/л.

2. Рассчитать количество соды (в расчете на безводную соль), необходимое для умягчения 300 м³ воды с некарбонатной жесткостью 3,5 ммоль/л, при избытке реагента, равном 0,5 ммоль/л, и содержании карбоната натрия в товарном продукте, равном 80 %. Написать уравнения реакции умягчения воды.

Вариант № 4

1. Рассчитать карбонатную, устранимую, остаточную и неустраняемую жесткость воды с общей жесткостью, равной 5,6 ммоль/л, если после ее кипячения содержание гидрокарбонат-ионов снизилось с 244 до 61 мг/л.

2. Вычислить количество 75 %-й негашеной извести и 80%-й соды (в расчете на безводную соль), необходимое для умягчения 500 м³ воды с общей жесткостью, равной 5,8 ммоль/л. Вода содержит 9 мг/л свободной угольной кислоты, некарбонатная жесткость ее составляет 2,4 ммоль/л.

Вариант № 5

1. Содержание ионов кальция в воде составляет 60,12 мг/л, магния – 42,56 мг/л, гидрокарбонат-ионов – 258 мг/л. Рассчитать общую, карбонатную и некарбонатную жесткость воды.

2. Рассчитать карбонатную жесткость воды, зная, что на умягчение 500 м³ ее требуется 112 кг извести (в расчете на оксид кальция). Содержание СаО в товарном продукте – 70 %, а свободной угольной кислоты в воде – 11 мг/л, избыток реагента принять равным 0,5 ммоль/л.

Вариант № 6

1. Общая жесткость воды составляет 6,8 ммоль/л, карбонатная жесткость – 4 ммоль/л, содержание ионов кальция – 80,16 мг/л. Рассчитать содержание в воде ионов магния и гидрокарбонат-ионов (мг/л).

2. По данным предыдущей задачи рассчитать количество 75%-ой негашеной извести и 80%-й соды (в расчете на кристаллогидрат $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), необходимое для умягчения 200 м³ воды. (Содержание свободной угольной кислоты в ней – 9 мг/л).

Вариант № 7

1. Общая жесткость воды равна 4,8 ммоль/л, содержание ионов кальция составляет 60,12 мг/л, гидрокарбонат-ионов – 183 мг/л. Рассчитать магниевую, карбонатную и некарбонатную жесткость и содержание в воде ионов магния в мг/л.

2. По данным предыдущей задачи определить количество 75%-го фосфата натрия, необходимое для умягчения 300 м³ воды. Избыток реагента – 0,5 ммоль/л.

Вариант № 8

1. После кипячения воды содержание гидрокарбонат-ионов снизилось с 183 до 54,9 мг/л. Общая жесткость воды равна 4,6 ммоль/л. Рассчитать карбонатную, остаточную, устранимую, некарбонатную и неустраняемую жесткость воды.

2. По данным предыдущей задачи определить количество извести (в расчете на $\text{Ca}(\text{OH})_2$) и соды (в расчете на кристаллогидрат $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), необходимое для умягчения 200 м³ воды. Содержание свободной угольной кислоты в воде составляет 3,8 мг/л.

Вариант № 9

1. Вычислить, как изменится жесткость воды, если при контакте ее с доломитной породой ($\text{CaCO}_3\text{-MgCO}_3$) содержание ионов магния увеличилось на 24,3 мг/л, а кальция – на 40,08 мг/л. Написать уравнения реакций растворения доломита под действием свободной угольной кислоты.

2. Определить, сколько 80 %-го фосфата натрия следует взять для умягчения 200 м³ воды, если содержание гидрокарбонат-ионов в ней составляет 305 мг/л, а некарбонатная жесткость равна 2,8 ммоль/л.

Вариант № 10

1. Общая жесткость воды составляет 5,8 ммоль/л, содержание гидрокарбонат-ионов – 207,4 мг/л, магния – 36,45 мг/л. Рассчитать кальциевую жесткость, содержание ионов кальция (мг/л), карбонатную и некарбонатную жесткость воды.

2. Вычислить количество фосфата натрия, необходимое для умягчения 250 м³ воды, содержащей 70,14 мг/л ионов кальция, 31,6 мг/л ионов магния, если содержание фосфата натрия в товарном продукте равно 70 %, а избыток его принять равным 0,4 ммоль/л.

Вариант № 11

1. После кипячения воды с общей жесткостью 7,2 ммоль/л содержание гидрокарбонат-ионов снизилось с 305 до 76,1 мг/л. Рассчитать карбонатную, остаточную, устранимую и неустраимую жесткость воды.

2. Определить карбонатную жесткость воды, зная, что на умягчение 5 м³ ее требуется 1,12 кг извести (в расчете на оксид кальция). Содержание оксида кальция в товарном продукте составляет 70 %, свободной угольной кислоты в воде – 11 мг/л, а избыток реагента принять равным 0,5 ммоль/л.

Вариант № 12

1. Рассчитать карбонатную, некарбонатную, общую жесткость воды, если в ней содержится гидрокарбонат-ионов 256 мг/л, ионов кальция – 80,12 мг/л, магния – 36,6 мг/л.

2. Вычислить количество соды (в расчете на кристаллогидрат $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), необходимое для умягчения 200 м³ воды с общей жесткостью, равной 5,6 ммоль/л, и содержанием гидрокарбонат-ионов 122 мг/л. Избыток реагента принять равным 0,5 ммоль/л, активного реагента в товарном продукте – 75 %.

Раздел 3. Физико-химические свойства процессов обработки природных и сточных вод

Контрольная работа № 3.

1. Сколько потребуется диоксида хлора для обеззараживания 100 м³ воды с хлоремкостью 5 мг $\text{Cl}_2 \cdot \text{дм}^{-3}$ (содержание остаточного хлора 0,5 мг·дм⁻³)? Содержание активного хлора – 70%.

2. Хлоремкость воды составляет $7,5 \text{ мг} \cdot \text{дм}^{-3}$, содержание активного хлора в гипохлорите кальция – 70%. Сколько потребуется реагента для хлорирования 300 м^3 воды при дозе остаточного хлора, равной $0,3 \text{ мг} \cdot \text{дм}^{-3}$?

3. Какой объем воды можно обработать 320 кг гипохлорита натрия (содержание активного хлора 80%) при дозе хлора, равной $5 \text{ мг} \cdot \text{дм}^{-3}$?

4. Сколько гипохлорита натрия получится при пропускании 20 кг хлора через раствор гидроксида натрия при его 80%-ом использовании? Напишите уравнение реакции.

5. Рассчитайте количество озона, необходимое для обеззараживания 500 м^3 воды при дозе его $1,2 \text{ мг} \cdot \text{дм}^{-3}$ и остаточной дозе $0,1 \text{ мг} \cdot \text{дм}^{-3}$.

6. Какое количество нитрата серебра потребуется для консервации 10 м^3 воды, если доза серебра составляет $0,02 \text{ мг} \cdot \text{дм}^{-3}$?

7. Для обеззараживания воды плавательного бассейна используется сульфат меди $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ($0,5 \text{ мг} \cdot \text{дм}^{-3}$) и хлор ($1,2 \text{ мг} \cdot \text{дм}^{-3}$). Сколько этих реагентов потребуется для обработки 500 м^3 воды, если доза сульфата меди дана в пересчете на медь, а содержание активного хлора составляет 70%?

8. Какой из коагулянтов (безводные хлорид железа(III) и сульфат алюминия) значительно снижает щелочность воды и на сколько при дозе, равной 75 мг/л ?

9. Какое количество коагулянта (хлорида железа и сульфат алюминия в расчете на безводную соль) снижает щелочность воды на $1,5 \text{ ммоль/л}$? Написать уравнение гидролиза сульфата алюминия в присутствии гидрокарбоната натрия.

10. Какой должна быть оптимальная доза коагулянта сульфата железа(III) (в мг/л) при исходной щелочности воды, равной $3,2 \text{ ммоль/л}$, если после обработки воды щелочной резерв должен быть не менее $0,8 \text{ ммоль/л}$?

11. Как изменится щелочность воды при введении в нее $44,4 \text{ мг/л}$ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$? $41,7 \text{ мг/л}$ $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$? $22,5 \text{ мг/л}$ $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$?

12. Определить дозу извести при коагуляции с подщелачиванием, если доза коагулянта – $142,5 \text{ мг/л}$ безводного $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, а щелочность исходной воды – $0,5 \text{ ммоль/л}$.

13. Нужно ли подщелачивать воду при коагуляции, если доза коагулянта – 57 мг/л в расчете на безводный $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, а щелочность исходной воды – 2 ммоль/л ?

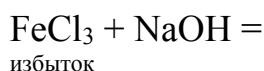
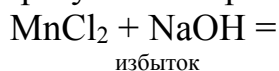
14. Рассчитать количество 70%-й извести (CaO) для подщелачивания 500 м^3 воды. Исходная щелочность воды – $0,5 \text{ ммоль/л}$, доза алюминиевого коагулянта – $85,5 \text{ мг/л}$ (в пересчете на безводную соль).

15. Напишите строение золя, который образуется по реакции: $\text{HgCl}_2 + \text{Na}_2\text{S} =$ в избытке сульфида натрия. Укажите заряд коллоидной частицы. Какие из ионов PO_4^{3-} ; Fe^{3+} ; Ca^{2+} ; Cl^- ; CO_3^- обладают коагулирующим действием.

16. Что называют порогом коагуляции? Рассчитайте значение порога коагуляции для ионов Al^{3+} ; Ca^{2+} ; Na^{+} . Какой из ионов характеризуется наименьшим значением порога коагуляции?

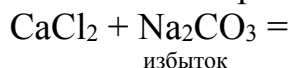
17. Какие вещества называют коагулянтами? Опишите механизм действия коагулянтов.

18. Что называется гетерокоагуляцией? Напишите строение золей, которые образуются по реакциям:



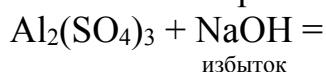
Возможен ли процесс гетерокоагуляции образованных коллоидных частиц?

19. Напишите строение золя, который образуется по реакции:



Укажите заряд коллоидной частицы. Какие из указанных ионов Fe^{3+} ; Al^{3+} ; Na^{+} ; Mg^{2+} обладают коагулирующим действием по отношению к образованной коллоидной частице? Какие из перечисленных ионов проявляют максимальное коагулирующее действие?

20. Напишите строение золя, который образуется по реакции:



Укажите заряд коллоидной частицы. Что называют двойным электрическим слоем? Как образуется двойной электрический слой?

21. Какое количество гашеной извести потребуется для обработки 50 м^3 воды в процессе коагуляции, если доза сульфата железа(II) составляет 304 мг/л , а щелочность исходной воды равна 2 ммоль-экв/л ?

22. Какие вещества называют флокулянтами? Механизм их действия.

23. Укажите механизм взаимодействия флокулянтов с частицами примесей.

Раздел 4. Общая микробиология

Контрольная работа № 4

1. Опишите морфологические особенности вирусов и фагов. Санитарно-показательная роль фагов при оценке качества воды.

2. Бактерии. Классификация их по морфологическим признакам.

3. Строение мицелия низших грибов и актиномицетов, их влияние на качество воды.

4. Какие группы водорослей участвуют в "цветении" водохранилищ? Влияние их на качество воды.

5. Простейшие, их классификация. Индикаторная роль простейших при оценке работы очистных сооружений биологической очистки.

6. Опишите кривую роста микробиологической культуры. Как ее применить для характеристики работы очистных сооружений биологической очистки?

7. Как классифицируются микроорганизмы по отношению к температуре? Какие из них осуществляют процессы самоочищения в водоемах летом, а какие – в зимний период? Температурные режимы работы метантенков.

8. Типы взаимоотношений микро- и макроорганизмов в естественных сообществах (биоценозах).

9. Влияние химических факторов на жизнедеятельность микроорганизмов. Какие микроорганизмы живут при величине pH, равной 4?

10. Типы питания микроорганизмов. Роль микроорганизмов при разложении органических веществ.

11. Энергетический обмен. Типы дыхания микроорганизмов, облигатные и факультативные микроорганизмы.

12. В чем различие между микроорганизмами обростаний в чистых и загрязненных водах?

13. Какие группы микроорганизмов вызывают биологическую коррозию металлов? Укажите меры борьбы с ней.

14. Какие группы водорослей вызывают "цветение" водоемов в весенний, летний и осенний периоды?

15. Какие микроорганизмы развиваются при недостаточной аэрации в аэротенках? В чем заключается их отрицательная роль при очистке воды?

Раздел 5. Санитарная биология

Контрольная работа № 5

1. Бактерии группы кишечной палочки как санитарно-показательные микроорганизмы.

2. Основные показатели степени бактериального загрязнения природных вод.

3. Выбор санитарно-показательных микроорганизмов.

4. Основные показатели степени бактериального загрязнения сточных вод.

5. Бактериальный анализ воды различного назначения (бассейны, пищевая промышленность и др.)

Раздел 6. Процессы загрязнения и самоочищения водоемов

Контрольная работа № 6

1. Типы питания микроорганизмов. Роль микроорганизмов при разложении органических веществ.

2. Энергетический обмен. Типы дыхания микроорганизмов, облигатные и факультативные микроорганизмы.

3. В чем различие между микроорганизмами обростаний в чистых и загрязненных водах?

4. Какие группы микроорганизмов вызывают биологическую коррозию металлов? Укажите меры борьбы с ней.

5. Какие группы водорослей вызывают "цветение" водоемов в весенний, летний и осенний периоды?

6. Какие микроорганизмы развиваются при недостаточной аэрации в аэротенках? В чем заключается их отрицательная роль при очистке воды?

7. Бактерии группы кишечной палочки как санитарно-показательные микроорганизмы. Основные показатели степени бактериального загрязнения природных и сточных вод.

8. Термофильные микроорганизмы, их индикаторная роль при определении фактора загрязнения почвы. Преимущества термофильного режима сбраживания осадка в метантенках.

9. Факторы, под воздействием которых идет процесс самоочищения водоемов. Укажите роль различных групп микроорганизмов в процессе разложения органических веществ.

10. Какие биоценозы существуют в водоеме как экосистеме? Какие группы микроорганизмов участвуют в разложении органических веществ в толще воды и донных отложениях?

11. Какие процессы идут при самоочищении почвы? В каких сооружениях они воспроизводятся?

12. Характеристика степени загрязнения воды, почвы по зонам сапробности.

Раздел 7. Роль микроорганизмов в процессах очистки сточных вод.

Контрольная работа № 7

1. Кислое (водородное) брожение целлюлозы. В каких сооружениях оно происходит?

2. Какие биохимические процессы протекают в двухъярусных отстойниках? Оптимизация процесса сбраживания осадка.

3. Биохимические процессы, протекающие при мезофильном и термофильном режимах работы метантенков.

4. Контроль работы очистных сооружений биологической очистки по различным группам микроорганизмов. Биологический анализ воды.

5. Биохимические процессы разложения безазотистых веществ в аэробных условиях. В каких сооружениях они происходят?

6. Опишите биохимические процессы окисления азотосодержащих веществ в аэробных условиях.

7. В чем заключается сущность процессов нитрификации и денитрификации? В каких условиях они происходят?

8. Как изменяется видовой состав микроорганизмов активного ила в процессе очистки воды в аэротенках, биофильтрах?

9. Биохимическая направленность разложения азотосодержащих веществ в аэробных и анаэробных условиях.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

А) основная литература

1. Вилкова, Н.Г. Химия воды и микробиология [Текст] / Н.Г. Вилкова. – Пенза: ПГАСА, 2013 .

Б) дополнительная литература

1. Вилкова, Н.Г. Свойства пен и методы их исследования [Текст] / Н.Г. Вилкова. – Пенза: ПГУАС, 2014.

2. Общая химия. Практикум [Текст]: учеб. пособие / Н.Г. Вилкова [и др.]. – Пенза: ПГУАС, 2013, 2014.

3. Физическая и коллоидная химия [Текст]: учеб. пособие / П.М. Кругляков, А.В. Нуштаева, Н.В. Кошева, Н.Г. Вилкова. – Пенза: ПГУАС, 2012.

4. Стабилизация пен и эмульсий нерастворимыми порошками [Текст] / А.В. Нуштаева, Н.Г. Вилкова, С.И. Еланева. – Пенза: ПГУАС, 2011.

В) Информационно-справочные и поисковые системы, Интернет-ресурсы:

1) ЭБС IPRbooks., адрес: <http://e.iprbookshop.com/>;

2) Единое окно доступа к образовательным ресурсам, адрес: <http://window.edu.ru/>

Учебное издание

Вилкова Наталья Георгиевна
Шумкина Анна Александровна
Полубояринов Павел Аркадьевич

ХИМИЯ ВОДЫ И МИКРОБИОЛОГИЯ

Методические указания к контрольным работам
для направления подготовки
08.03.01 «Строительство»

В авторской редакции
Верстка Н.В. Кучина

Подписано в печать 05.10.2016. Формат 60х84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл.печ.л. 0,7. Уч.-изд.л. 0,75. Тираж 80 экз.
Заказ №608.

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