

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебно-методической
работе, д. филол. н. профессор

Е.Г. Елина

« 15 » 06 2015г.



Рабочая программа дисциплины
Геохимия, геохимические методы поиска полезных ископаемых

Направление подготовки кадров высшей квалификации
05.06.01 Науки о земле

Направленность
Геохимия, геохимические методы поиска полезных ископаемых

Квалификация (степень) выпускника
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения
Очная

Саратов
2015

тридцать

3.

« , »
 _____ ;
 , (-1);
 _____ ;
 (-1).
 (-2).

4.

« , ».
 14 , 504 .

| | | | | | | |
|---|----------------|---|---|---|---|------------|
| / | | | | | | () () |
| | | | | | | |
| 1 | 1. « » 1.1. | 3 | 4 | 2 | 4 | |

| | | | | | | |
|----|----------------|----------|-----------|-----------|-----------|--|
| | | | | | | |
| 2 | 1.2. | 3 | 6 | 4 | 6 | |
| 3 | 1.3. | 3 | 6 | 4 | 6 | |
| 4 | 1.4. | 3 | 8 | 4 | 8 | |
| 5 | 1.5. | 3 | 6 | 4 | 6 | |
| 6 | 1.6. | 3 | 8 | 4 | 8 | |
| 7 | 1.7. | 3 | 12 | 6 | 12 | |
| 8 | 1.8. | | 4 | 2 | 4 | |
| 9 | 1.9. | | 8 | 2 | 8 | |
| 10 | 1.10. | | 4 | 2 | 4 | |
| 11 | 1.11. | | 6 | 2 | 6 | |
| | : 180 | 3 | 72 | 36 | 72 | |
| 8 | 2. « 2.1. » | 4 | 2 | 2 | 4 | |
| 9 | 2.2. | 4 | 2 | 2 | 4 | |
| 10 | 2.3. | 4 | 4 | 4 | 8 | |
| 11 | 2.4. | 4 | 2 | 2 | 4 | |
| 12 | 2.5. | 4 | 4 | 4 | 8 | |
| 13 | 2.6. | 4 | 4 | 4 | 8 | |
| 14 | 2.7. | 4 | 2 | 2 | 4 | |

17.

18.

19.

1.10.

1.11.

2.

2.1.

2.2.

2.3.

2.4.

2.5.

2.6.

2.10.

... (...) ...

2.11.

... ; ...

3.

3.1.

... - ...

3.2.

... , ...

3.3.

... - ...

: mj-mk, T-P, Eh-pH

mS2-mO2

Fe-O-S.

T-P-X

(- -).

3.4.

. III

aj-ak, Eh-pH

3.5.

: - , - H₂O, - CO₂,

3.6.

5.

« ,

»

6.

6.1.

| | | |
|----|---------------|---|
| / | | |
| 1. | 1.5, 1.6, 1.9 | 1.3, 1.2- , 2005. – 354 . |
| | 1.9, 1.11 | 1.4, 1.7, 1.8, . 1968. 364 . . 418, 1989. |

| | | |
|-------|---------------|---|
| | « ». | <p>... , 1972. 352 .</p> <p>1989. 150 .</p> <p>2003. 103 .</p> |
| 2. | 2.9 2.2, | <p>... , 2005. 28 .</p> <p>... , 2005. 24</p> <p>... , 1962.</p> |
| 3. | 3.5, 3.6 3.3, | <p>//</p> <p>5: ... , 1984.</p> <p>... , 1965.</p> <p>... , 1973.</p> |
| : 252 | | |

6.2.

;

" "

(1974), (1987) (1972), (1960),

(1973).

(1980).

(1972).
 2-5⁰.
 (1973),
 120⁰
 27
 / ;
 105 / ,
 20 /
 105 / .
 (25⁰ - " " ,
 2K⁺-Mg²⁺-SO₄²⁻
 75⁰ , 55⁰
 2K⁺-Mg²⁺-Ca²⁺,
 ()
 (I)
 (II).
 , 1969, 1970 [, , 1952; , 1976;
 .]
 [, 1967].

0,5-2,0
10

10 ,

25 ,

20

5

0,002N

Br⁻

Cl⁻

6 7.

10

50

10 ; 1

5

6.3.

;

7.

7.1.

« » , «

» «
« ».

» ,

7.2.

2-
8-

« »

7.3.

3-5

7.4.

1.

8.

- « »
1. « » 2010. 148 .
 2. : . -
 3. , 2003. - 400 .
 4. « » 2000.
 5. , 1985.
 6. , 1990. - 480 .
 7. , 1967.
 8. . 1968. 364 .
 9. , 1993.
 10. , 1989. - 527 .

- « »
1. « » 2010. 382 .
 2. , 2006. 511 .

- « »
1. , 2010. - 407 / - 3- . - :
 2. , 1974.
 3. , 5: , 1984. //
 4. , 2005. - 654 . - 2- , . / .
 5. 1965.
 6. , 1973.
 7. , 1971.

1.) :
2. OC MS Windows XP SP2 OC MS Windows 7 Pro
3. MS Office 2003 MS Office 2007 Pro
4. Windows workstations
5. CorelDRAW Graphics Suite X3
6.) :
7. <http://geo.web.ru> -
8. <http://www.sgu.ru/node/11448/> -
9. <http://vsegei.ru> -

- 10. <http://wiki.web.ru/> -
- 11. elibrary.ru ()
- 12. <http://oilcraft.ru/> -
- 13. <http://www.lithology.ru> -
- <http://vsegei.ru/ru/info/gisatlas/index.php> -
- 14. <http://www.lithology.ru> -

9. _____ 1:

; _____ 2:

; _____ 3: , T-P-X

-1, -9, -10, -22, Axio Lab A1,

1
2 -
3 «

1. (), ()

- « »;
- « »;
- «Ibooks.ru»;
- « »;
- «Znanium.com»;
- « »;
- «IPRbooks»;

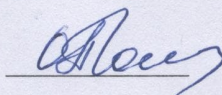
2. ():

10.

- : ; 300 ;
;
,
(16-20);
- :
,
- ; , ,
, .
, . . .
,
.

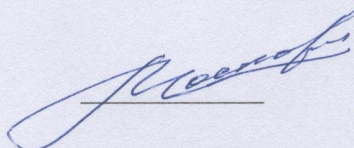
Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению 05.06.01 «Науки о Земле», направленность «Геохимия, геохимические методы поиска полезных ископаемых».

Автор:
Заведующий кафедрой
петрографии и минералогии,
д.г.-м.н.



О.П. Гончаренко

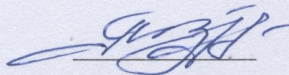
Профессор кафедры
петрографии и минералогии,
д.г.-м.н.



Г.А. Московский

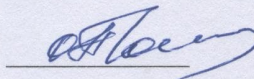
Актуализированная программа одобрена на заседании кафедры петрографии и минералогии от «15» июня 2015 года, протокол № 7/15

/Декан геологического факультета,
к.г.-м.н., доцент

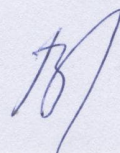


Е.Н. Волкова

Заведующий кафедрой
петрографии и минералогии,
д.г.-м.н.



О.П. Гончаренко



1.



1 « »:

1.3.

1.

2.

1.5.

1.

2.

3.

()

1.6.

1.

2.

1.9.

1.

2.

3.

4.

2 «

»:

2.2.

1.

2.

2.9.

7.32 – 2001, 2.105 – 95 6.38 – 90.

4

9327-60.

4

1.8 (Times New Roman, 14).

— 20 , — 30 , — 10 .
1,25 .

15

(2 ,).

()

....

:

| | |
|-----|------------------|
| « » | . () |
| « » | . (,) . () |

1 « ».

5 / 3.

40

50

: , ().
 (-). ,
 1 , ,
 (%) , (1 /) -
 (10^{-3} /). ()
 () ()
 « » ... 1923 .
 ,

$1,5 \cdot 10^{15}$
 26 (99,74%)
 (8,05). - 4,65, - 2,96, - 2,50, (29,5),
 - 1,87. « » - 2,50,
 (, ,),
 (, ,).

$$m_x - X = \frac{m_x \cdot 100}{n_x} / , - (/ , n_x - ()).$$

(111), (30).

() - ()
(. . .) .

4.65% , - 0.1 % , - $6 \cdot 10^7$ % .
(,)

... , 1989)

(), ()
(eH), (pH).

10^{-7}

7 22° .

7 14.

7 1.

(h) -

50%

Ti),
(U, Th, Ra)

(Cu, Zn, Pb, Al .),

(, Nb, Be, Zr, Li, Sc .)

(Fe, Cr, Mn,

(Au, Ag, Pt, Os, Ir, Rh, Pd, Ru).

3

()

3 «

».

D() L() + () ()

()

(, H₂O, CO₂); 2) ()

()

);)

(, SiO₂

(, ZrO₂);) —

— , , ,
— ,
,
— ,
, . . .
,
()
(Fe;)
, — , .),
(,
) " "

(),
, — :

(). :) —
(, 1947);)
(, 1937, , 1947 .);)
(, 1956, , , 1960). ()

, (, 1968).
(1965)
— ,

1 « »

1.
?

, , , , , , , , , , , ,

2.

?

✓ 1-4

✓ 4-9

✓

9

3.

?

4-9

✓

4

9

✓

4,

9

4.

?

)

(

-

5.

?

, , , , , , , , , ,

6.

?

✓

✓

✓

7.

?

✓

✓

✓

8.

?

✓

✓

✓

9.

✓

✓

✓

?

10.

?

✓

✓

✓

?

11.

- ✓ 100
- ✓ 10
- ✓ 1

?

?

12.

- ✓
- ✓
- ✓

?

13.

- ✓
- ✓
- ✓

14.

- ✓
- ✓
- ✓

?

15.

- ✓
- ✓
- ✓

,
-
-

?

16.

- ✓

17.

- ✓

.

?

18.

- ✓
- ✓
- ✓

?

19.

(, , , , , , , ,)

20.

, ,

?

?

21.

- ✓
- ✓
- ✓
- ✓

?

22.

- ✓ 1-4 ?
- ✓ 4-9
- ✓ 9

23.

- ✓ - - , ?
- ✓ - -
- ✓ - - - .

24.

- ✓ , « . . »?
- ✓ .
- ✓ .

25.

- ?
- ✓
- ✓

26.

- ✓ , ?
- ✓ ,
- ✓ ,

27.

- ?
- ✓
- ✓
- ✓

28.

- ✓ ?
- ✓
- ✓
- ✓

29.

- ✓ ():
- ✓

30.

- ✓ « , , , » ?
- ✓ 1 .
- ✓ 10 .
- ✓ 200 .

31.

- ✓ - - - ?
- ✓ - - - - -
- ✓ - - - - -
- ✓

30-45

:

| | |
|-----|-----|
| « » | 50% |
| « » | 50% |

1.4
1.

(. . .).

| | V | Cr | Ni | Cu | Ga |
|--|----|----|----|----|-----|
| | 2 | 6 | 1 | 3 | 0,3 |
| | 19 | 12 | 11 | 7 | 0,5 |
| | 17 | 7 | 7 | 4 | 0,3 |

| | V | Cr | Ni | Cu | Ga |
|--|-----|-----|-----|-----|------|
| | 1 | 1 | 0,1 | 4,0 | 0,01 |
| | 0,8 | 7,7 | 0,7 | 8,0 | 0,1 |
| | 2,0 | 6,5 | 3,0 | 4,2 | 0,09 |

2

(- 3%), - 231 /
 (- 60%), - 11,6 /
 / (- 10%), - 12,5
 2,67. 3 / (- 2,63).
 - 11 / (- 2,88).
 - 74 / (- 2,73).

. 176 51

. 51 ()

| | 10 ⁻³ % | | | | | | | | |
|----|--------------------|-----|----|----|-----|----|-----|----|---|
| | Mn | Ni | Cr | W | V | Cu | Ag | As | B |
| 40 | 15 | 6 | 8 | - | 6 | 3 | 0,2 | - | - |
| 42 | 20 | 6 | 8 | - | 6 | 4 | 0,1 | - | - |
| 44 | 20 | 6 | 8 | 20 | 6 | 45 | 0,1 | - | - |
| 46 | 10 | 0,1 | 2 | 6 | 0,1 | 8 | 0,3 | - | - |
| 48 | - | 2 | 10 | 8 | 2 | 30 | 0,1 | - | - |
| 50 | - | 1 | 6 | 0 | 1 | 2 | 0,2 | - | - |
| 52 | 45 | 10 | 15 | 60 | 10 | 60 | 0,1 | - | - |
| 54 | - | 10 | 10 | - | 10 | 6 | 0,1 | 30 | - |
| 56 | 10 | - | 1 | - | - | 1 | - | - | - |
| 58 | 20 | - | 1 | - | - | 1 | 0,3 | - | - |
| | | | | | | | | | |

.176 ()

| | 10 ⁻³ % | | | | | | | | |
|-----|--------------------|-----|----|----|----|----|----|----|---|
| | Mn | Ni | Cr | W | V | Cu | Ag | As | B |
| 0-6 | 10 | 2 | 4 | - | 15 | 10 | - | 20 | 4 |
| | 20 | 1 | 2 | - | 10 | 6 | - | 20 | 3 |
| | 300 | 3 | 3 | - | 15 | 10 | - | 20 | 4 |
| | 45 | 0,1 | 2 | - | 10 | 10 | - | 20 | 4 |
| | 10 | - | 2 | - | 3 | 4 | - | - | 2 |
| | - | 0,1 | 4 | - | 10 | 10 | - | 20 | 6 |
| 30 | - | - | 2 | - | 4 | 8 | - | 20 | 4 |
| | 100 | 6 | 1 | - | 3 | 10 | - | 20 | 8 |
| | 10 | 0,7 | 3 | 10 | 4 | 15 | - | - | 8 |
| | - | 0,7 | 6 | - | 8 | 3 | - | - | 6 |
| | | | | | | | | | |

1.7

4 (1)

3

| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | MgO | CaO | |
|---|------------------|--------------------------------|-------|-------|------|
| 1 | 65,62 | 15,03 | 1,99 | 0,87 | 2,50 |
| 2 | 51,92 | 4,28 | 16,95 | 20,23 | 3,11 |
| 3 | 41,48 | 23,65 | 23,65 | 4,52 | 2,63 |

1 -
, 3 -

, 2 -

4 (2)

) - ()
 .3 .)

| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | MgO | CaO | |
|---|------------------|--------------------------------|-------|-------|------|
| 1 | 35,88 | 11,44 | 6,18 | 25,32 | 3,04 |
| 2 | 40,78 | 11,42 | 12,87 | 13,53 | 3,08 |
| 3 | 42,28 | 11,88 | 20,82 | 7,28 | 2,76 |

1 - - , 2 - -
 , 3 - -

4 (3)

()
 , 3)

| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | MgO | CaO | |
|---|------------------|--------------------------------|-------|-------|------|
| 1 | 58,74 | 22,88 | 0,21 | 3,78 | 2,48 |
| 2 | 45,26 | 17,72 | 5,44 | 21,10 | 2,88 |
| 3 | 39,10 | 16,50 | 24,06 | 1,02 | 2,63 |

1 - - , 2 - -
 , 3 - -

. 1.8
 5

(« » (. 1,))

| | 2K ⁺ | Mg ²⁺ | SO ₄ ²⁻ | Ca ²⁺ |
|----|-----------------|------------------|-------------------------------|------------------|
| 1. | 19,2 | 106,8 | 25,84 | - |
| 2. | 19,5 | 100,1 | . | - |
| 3. | 21,3 | 95,4 | 22,3 | - |
| 4. | 1,5 | 120 | 1,0 | - |
| 5. | 31,7 | 79,3 | 25,81 | - |
| 6. | 45,6 | 81,3 | 37,8 | - |
| | 12,2 | 35,3 | 8,7 | - |
| | 3,8 | 10,5 | | 22,0 |

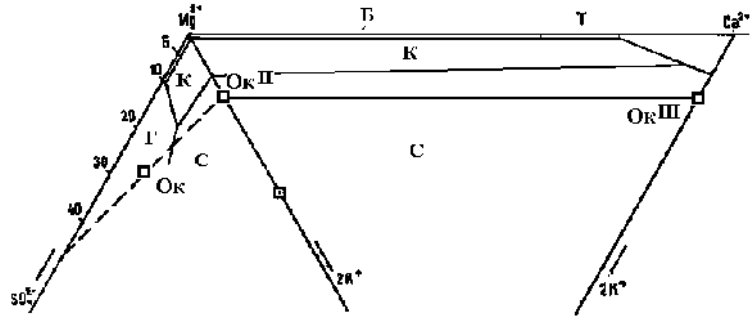
. 1.9
 6

I

II

(?)

. 1.



7

(.)³⁾..

« » .. , () .



0,49, 0,52, 0,51, 0,47, 0,54, 0,57, 0,56, 0,58, 0,54, 0,55, 0,51

1,31 4,24 / .

8

() () - () .

(1958)

N = $\frac{V}{100} \cdot \gamma$,
 N - / ³, V - / ³ . % , γ -

1

(%)

| | SiO ² | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | FeO | CaO | MgO | Na ₂ O | U |
|----------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|------|-------------------|----------------------|
| 1 | 60,66 | 14,39 | 3,4 | 3,23 | 9,53 | 2,98 | 4,11 | 1,1·10 ⁻⁴ |
| 2 | 46,69 | 18,67 | 13,99 | 0,42 | 2,75 | 5,47 | 3,13 | 1,1·10 ⁻⁴ |
| 3 | 49,84 | 20,20 | 12,76 | 0,21 | 8,83 | 0,97 | 0,31 | 1,3·10 ⁻⁴ |
| 4 | 55,32 | 26,91 | 5,93 | 0,21 | 0,41 | 0,42 | 0,31 | 1,1·10 ⁻⁴ |

1 – $-2,73 / 3$; 2 – $-1,49 / 3$.
 $-2,37 / 3$; 3 – $-1,48 / 3$.

2.

(%)

| | SiO ² | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | FeO | CaO | MgO | Na ₂ O | U |
|----------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|------|-------------------|----------------------|
| 1 | 53,16 | 17,4 | 2,83 | 8,53 | 4,58 | 3,99 | 3,5 | 1,1·10 ⁻⁴ |
| 2 | 49,8 | 16,46 | 15,54 | 0,07 | 3,84 | 2,93 | 4,08 | 1,1·10 ⁻⁴ |
| 3 | 48,58 | 20,17 | 14,28 | 0,15 | 1,8 | 2,4 | 2,02 | 0,8·10 ⁻⁴ |
| 4 | 45,0 | 33,36 | 4,7 | 0,15 | 0,42 | 0,5 | 0,3 | 1,1·10 ⁻⁴ |

1 – $-2,73 / 3$; 2 – $-1,49 / 3$.
 $-2,37 / 3$; 3 – $-1,48 / 3$.

1. 15 – ;
2. = 15,0 – 5 ;
3. = 5 – 1,5 – ;
- 4 – = 1,5 – 1,1 – ;
- 5 – = 1,1 – 0,9 – ;
- 6 – = 0,9 – 0,7 – ;
- 7 – = 0,7 – 0,5 – ;
- 8 – 0,5 – .

. 1.11
9

() .

| | 10 ⁻³ % | | | | | | |
|--|--------------------|----|-----|----|-----|--------|-------|
| | Mn | Ni | Pb | Cu | Sr | Li | Rb |
| | 10 | - | 0,3 | 2 | 100 | 0,002 | 0,010 |
| | 10 | - | 0,2 | 2 | 100 | 0,002 | 0,012 |
| | 20 | 6 | 2 | 3 | 10 | 0,004 | 0,010 |
| | 10 | - | 0,2 | 2 | 80 | 0,001 | 0,021 |
| | 10 | - | 0,3 | 3 | 100 | 0,0013 | 0,007 |
| | 10 | 8 | 2,0 | 4 | 10 | 0,0028 | 0,012 |

10

| | / | |
|--|-----|------|
| | U | Th |
| | 4,0 | 14,3 |
| | 0,7 | 3,2 |

| | |
|----------|-----|
| « » | , , |
| « » | , , |

2.

_____ « » (3):

1. .
2. .
3. .
4. .
5. .
6. , , - -
7. Eh pH .
8. - .
9. .
10. ,
11. -
12. .
13. .
14. .

- 15.
- 16.
- 17.
- 18.
- 19.
- 20.
- 21.
- 22.
- 23.
- 24.
- 25.
- 26.
- 27.

pH

Eh pH

Eh pH.

:

| | |
|-----|-----|
| « » | 66% |
| « » | 66% |

«

» (4):

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.
- 11.

- 12.
- 13.
- 14.
- 15.
- 16.
- 17.
- 18.
- 19.
- 20.
- 21.
- 22.
- 23.
- 24.
- 25.

:

| | |
|-----|-----------------------|
| « » | 66% . () , , , |
| « » | 66% . () , , , |

_____ « _____ » (5)
_____):

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.
- 11.
- 12.
- 13.

14. - , :
 15. .
 16. .
 17. : mj-mk, T-P, Eh-pH . .
 18. ,
 19. mS2-mO2 Fe-O-S.
 - 20.
 21. .
 22. III .
 23. .
 24. .
 25. : - , - H2O, - CO2, aj-ak, Eh-pH
 26. .
 27. .
 28. .
 29. .
- :

| | |
|-----|--------------------------------|
| « » | 66% . , ; , ; . |
| « » | 66% . , ; , ; . |

1.

| () | (, , ,) |
|-----|---------------------------|
| -1 | : |
| | . : , |
| | : - |
| -5 | : , |
| | : , , , , (,), , , . |
| | : . |
| -1 | _____ : , , ; , ; , , , . |
| | _____ : , ; ; ; . |
| | _____ : , - |
| -2 | _____ : , , - , . |

2.

| | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|--|--|--|--|
| | « » | « » | | |
| 3 | - , ; , , , ; , , , . . | - , ; , , , ; , , , . . | - , ; , , , ; , , , . . | - , ; , , , ; , , , . . |
| 4 | - ; , ; , . | - ; , ; , . | - ; , ; , . | - ; , ; , . |

| | | | | |
|--|---|---|---|---|
| | <p>;</p> <p>()</p> <p>,</p> <p>,</p> <p>,</p> <p>;</p> <p>,</p> <p>-</p> <p>,</p> <p>.</p> | <p>,</p> <p>;</p> <p>()</p> <p>,</p> <p>,</p> <p>,</p> <p>;</p> <p>,</p> <p>,</p> <p>-</p> <p>,</p> <p>.</p> | <p>,</p> <p>;</p> <p>()</p> <p>,</p> <p>,</p> <p>,</p> <p>;</p> <p>,</p> <p>,</p> <p>-</p> <p>,</p> <p>.</p> | <p>,</p> <p>;</p> <p>()</p> <p>,</p> <p>,</p> <p>,</p> <p>;</p> <p>,</p> <p>,</p> <p>-</p> <p>,</p> <p>.</p> |
|--|---|---|---|---|