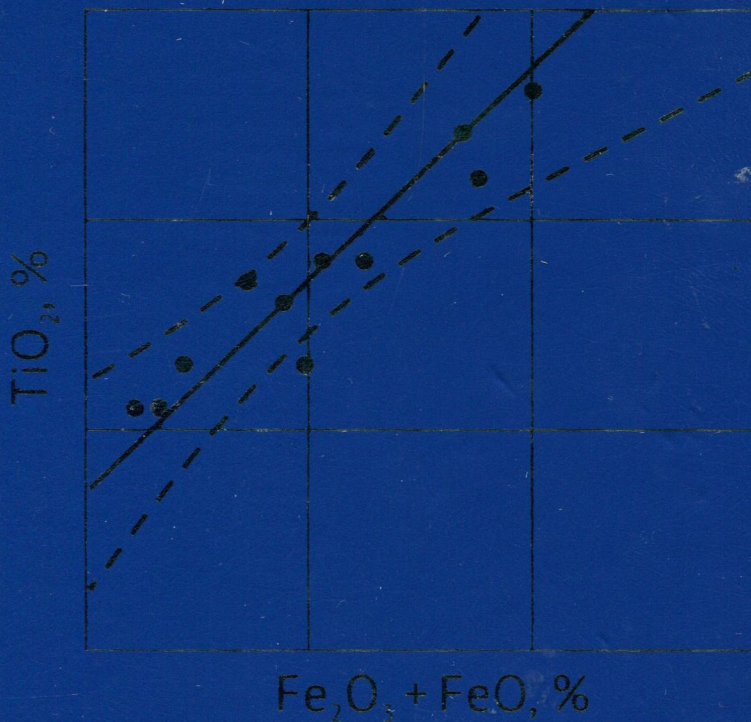




Я. Э. Юдович, М. П. Кетрис,  
Н. В. Рыбина

# Геохимия титана



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт геологии Коми научного центра  
Уральского отделения Российской академии наук

Юдович Я. Э., Кетрис М. П., Рыбина Н. В.

# Геохимия титана

Сыктывкар



2018

УДК 550.4  
ББК 26.30  
Г35

**Юдович Я. Э., Кетрис М. П., Рыбина Н. В.** Геохимия титана. — Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2018. 432 с.

ISBN 978-5-98491-074-3

В монографии четыре части: 1) титан в эндогенных образованиях (магматических горных породах, гидротермалитах, метаморфитах и метасоматитах); 2) титан в биосфере (в живом и органическом веществе, в почвах, корах выветривания, водах и осадках); 3) титан в горных породах стратисферы (терригенных и вулканогенных, кремнистых, карбонатных и некоторых других, а также в углеродистых биолитах — углях и черных сланцах); 4) титан как геохимический индикатор. Четвертая часть монографии неоригинальна — в ней реферируются результаты, ранее уже опубликованные в книгах «Основы литохимии» (2000) и «Геохимические индикаторы литогенеза» (2011), но большинство результатов в первых трех частях монографии являются новыми.

На основании статистической обработки около 3470 выборочных средних, отвечающих около 125.000 единичных анализов, оценены кларки титана, титанового модуля ( $TM = TiO_2/Al_2O_3$ ) и нового фосфор-титанового модуля ( $FTM = P_2O_5/TiO_2$ ) для основных групп горных пород, причем для некоторых — впервые.

Выполненная работа позволила сделать ряд выводов, в том числе и таких, которые требуют определенной ревизии прежних оценок.

Ил. 167. Табл. 80. Библиогр. 470 назв.

Рецензенты:

доцент кафедры геологии ИЕН СГУ им. Питирима Сорокина д. г.-м. н. Тентюков М. П.,  
главный геолог ЗАО «Голд минералс» к. г.-м. н. Ефанова Л. И.

**Yudovich Ya. E., Ketris M. P., Rybina N. V.** Geochemistry of Titanium. — Syktyvkar: IG Komi SC UB RAS, 2018. 432 pp.

Based on statistical processing of ~3470 sample averages (from ~125,000 analyses), new estimations of World averages (Clarke values) for  $TiO_2$ , % (and Ti, %), and titanium module ( $TM = TiO_2/Al_2O_3$ ) and phosphor-titanium module ( $FTM = P_2O_5/TiO_2$ ) have been calculated for main rock groups. These include hyperbasites, basites, mesites, acidites and alcaly igneous rocks; hydrothermalites, metamorphites and metasomatites, and some lithologies, such as terrigenous, cherty, carbonates, concretions, phosphates and carbonaceous biolithes — coals and black shales. The calculations allow to perform some new conclusions in Ti-geochemistry.

Fig. 167. Table 80. Ref. 470

ISBN 978-5-98491-074-3

© Юдович Я. Э., Кетрис М. П., Рыбина Н. В., 2018

© Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Предисловие: этапность и методика работы</b> .....	3
<b>1. Некоторые общие сведения</b> .....	6
1.1. Титан в эндогенных процессах .....	6
1.2. Титан в минералах .....	9
1.3. Кларки титана .....	11
1.4. Титан в гипергенных процессах .....	12
<b>2. Магматические горные породы</b> .....	14
2.1. Гипербазиты .....	18
Оценка кларка .....	19
Несколько типовых примеров .....	22
<i>Комментарий</i> .....	30
<i>Краткие выводы</i> .....	33
2.2. Базиты .....	33
Оценка кларка .....	34
Базиты с пониженной титанистостью .....	34
Базиты с нормальной и повышенной титанистостью .....	39
Типы корреляций титана .....	42
<i>Комментарий</i> .....	47
<i>Краткие выводы</i> .....	53
2.3. Мезиты .....	56
Оценка кларка .....	56
Несколько типовых примеров .....	56
<i>Краткие выводы</i> .....	61
2.4. Ацидиты .....	63
Оценка кларка .....	64
Некоторые средние данные .....	64
Несколько типовых примеров .....	70
<i>Комментарий</i> .....	77
<i>Краткие выводы</i> .....	81

2.5. Щелочные породы .....	82
Оценка кларка .....	82
Несколько типовых примеров .....	83
<i>Комментарий</i> .....	91
<i>Краткие выводы</i> .....	95
<b>3. Гидротермалиты</b> .....	96
3.1. Частотное распределение .....	97
3.2. Несколько типовых примеров.....	97
<i>Комментарий</i> .....	108
<i>Краткие выводы</i> .....	111
<b>4. Метаморфиты</b> .....	113
4.1. Метабазиты .....	113
Оценка кларка .....	113
Несколько типовых примеров .....	114
<i>Комментарий</i> .....	123
<i>Краткие выводы</i> .....	125
4.2. Метаацидиты.....	125
Частотное распределение .....	125
Некоторые средние составы .....	126
<i>Комментарий</i> .....	134
<i>Краткие выводы</i> .....	135
4.3. Метапсаммиты .....	135
Частотное распределение .....	135
Несколько типовых примеров .....	136
<i>Комментарий</i> .....	144
<i>Краткие выводы</i> .....	145
4.4. Метапелиты .....	146
Частотное распределение .....	146
Несколько типовых примеров .....	147
<i>Комментарий</i> .....	155
<i>Краткие выводы</i> .....	158
4.5. Метасилициты .....	159
Частотное распределение .....	159
Несколько типовых примеров.....	160
<i>Краткие выводы</i> .....	163
4.6. Апокоровые метаморфиты .....	163
Частотное распределение .....	164
Несколько типовых примеров .....	164
<i>Комментарий</i> .....	172
<i>Краткие выводы</i> .....	175

4.7. Древние метакарбонатные породы .....	175
Частотное распределение .....	175
Некоторые примеры .....	176
<i>Краткие выводы</i> .....	180
<b>5. Метасоматиты</b> .....	181
5.1. Частотное распределение .....	181
5.2. Несколько типовых примеров .....	181
<i>Комментарий</i> .....	195
<i>Краткие выводы</i> .....	204
<b>6. Биосфера</b> .....	205
6.1. Почвы и палеопочвы .....	205
Частотное распределение .....	207
Некоторые примеры .....	207
<i>Комментарий</i> .....	215
<i>Краткие выводы</i> .....	216
6.2. Осадки .....	217
Частотное распределение .....	220
Некоторые примеры .....	221
<i>Краткие выводы</i> .....	228
6.3. Живое и биогенное вещество .....	228
<b>7. Стратисфера</b> .....	232
7.1. Псаммиты .....	232
Оценка кларка .....	232
Некоторые средние данные .....	233
<i>Комментарий</i> .....	258
<i>Краткие выводы</i> .....	261
7.2. Пелиты .....	262
Оценка кларка .....	263
Некоторые средние данные .....	263
Несколько типовых примеров .....	271
<i>Комментарий</i> .....	281
<i>Краткие выводы</i> .....	284
7.3. Карбонатные породы и конкреции.....	286
Оценка кларков .....	286
Некоторые средние данные .....	287
Несколько типовых примеров .....	290
Конкреции. Несколько типовых примеров .....	295
<i>Комментарий</i> .....	299
<i>Краткие выводы</i> .....	300

7.4. Силициты .....	300
Оценка кларка .....	301
Несколько типовых примеров .....	307
<i>Комментарий</i> .....	310
<i>Краткие выводы</i> .....	311
7.5. Коры выветривания и бокситы .....	312
Частотное распределение .....	313
Коры выветривания. Несколько типовых примеров .....	315
Бокситы. Несколько типовых примеров .....	326
<i>Комментарий</i> .....	331
<i>Краткие выводы</i> .....	333
7.6. Углеродистые биолиты .....	334
Титан в черных сланцах .....	334
Титан в углях.....	340
7.7. Редкие литотипы .....	342
Титан в фосфатных породах .....	342
<i>Краткие выводы</i> .....	347
Сульфатные породы.....	347
Цеолитовые породы .....	349
7.8. Туффоиды.....	350
Частотное распределение .....	353
Несколько типовых примеров .....	354
<i>Комментарий</i> .....	365
<i>Краткие выводы</i> .....	366
<b>8. Титан как геохимический индикатор .....</b>	<b>367</b>
8.1. Индикация петрофонда, климата и кор выветривания .....	367
Индикация петрофонда .....	367
Индикация климата .....	377
Индикация кор выветривания.....	378
8.2. Индикация фаций седиментогенеза .....	379
Индикация топофаций .....	379
Индикация динамических фаций .....	380
8.3. Индикация синхронного вулканизма .....	383
Минералогические признаки синхронного вулканизма.....	383
Литохимические признаки синхронного вулканизма.....	385
Трудные случаи диагностики.....	394
8.4. Индикация стадий литогенеза .....	395
<b>Литература .....</b>	<b>396</b>
<b>Именной указатель.....</b>	<b>425</b>