

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
Дальневосточный геологический институт

И.А. Тарарин, З.Г. Бадреддинов, В.М. Чубаров

**ПЕТРОЛОГИЯ И РУДОНОСНОСТЬ
МЕТАМОРФИЧЕСКИХ
И МАГМАТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ
ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ВОСТОЧНОЙ
КАМЧАТКИ**



Владивосток · Дальнаука · 2015

**RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCE
FAR EAST BRANCH
Far East Geological Institute**

I.A. TARARIN, Z.G. BADREDINOV, V.M. CHUBAROV

**PETROLOGY AND ORE MINERALIZATION OF
METAMORPHIC AND MAGMATIC COMPLEXES FROM
CENTRAL AND EASTERN KAMCHATKA**



**Vladivostok
Dal'nauka
2015**

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
Дальневосточный геологический институт**

И.А. ТАРАРИН, З.Г. БАДРЕДИНОВ, В.М. ЧУБАРОВ

**ПЕТРОЛОГИЯ И РУДОНОСНОСТЬ
МЕТАМОРФИЧЕСКИХ И МАГМАТИЧЕСКИХ
КОМПЛЕКСОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ВОСТОЧНОЙ
КАМЧАТКИ**



**Владивосток
Дальнаука
2015**

Тарарин И.А., Бадрединов З.Г., Чубаров В.М. Петрология и рудоносность метаморфических и магматических комплексов Центральной и Восточной Камчатки. Владивосток: Дальнаука, 2015, с. 302

В работе обобщены геологические, минералогические и изотопно-геохимические данные донеогеновых метаморфических комплексов Центральной и Восточной Камчатки. Показано, что осевая зона Срединного хребта сложена метаморфизованными в амфиболитовой фации вулканогенно-терригенными отложениями (возраст протолита конец раннего мела – поздний мел), формировавшимися в пределах мелового окраинного осадочного бассейна, снос материала в который происходил с восточной окраины Азиатского континента. Степень метаморфизма отложений резко снижается на западных и южных склонах хребта, где обнажаются разновозрастные слабо измененные породы. Эти геологические взаимоотношения связаны с процессами метаморфизма, гранитизации и роста гранитоидных куполов (около 52 ± 2 млн лет) с изменением глубинности метаморфизма от 6-7 кбар до 2-3 кбар, обусловив повсеместные тектонические взаимоотношения между глубоко- и слабо метаморфизованными образованиями.

Детально охарактеризованы меловые гранитоиды и медно-никелево-платиноидная рудоносность раннеэоценовых кортландит-габброноритовых комплексов Срединного хребта.

Установлено, что образование гранулитоподобных ассоциаций в контактовом ореоле Юрчикского габброноритового интрузива Ганальского хребта определяется процессами ороговикования, метасоматического изменения роговиков и их локального магматического замещения под воздействием фильтрующихся высокоминерализованных флюидов.

Показано, что метаморфические комплексы Восточной Камчатки слагают крупные вытянутые блоки, пространственно ассоциирующие с телами офиолитовых перидотитов и габброидов или формируют отдельные глыбы и блоки среди серпентинитового меланжа. Уровень метаморфизма исходных пород варьирует от границы зеленосланцевой и амфиболитовой фаций (о. Карагинский, Хавывенская возвышенность) до высокобарной амфиболитовой фации (п-ова Озерной и Камчатский). U-Pb данные по изотопии цирконов свидетельствуют о двух временных интервалах метаморфических преобразований исходных пород Восточной Камчатки. Первый интервал (80-70 млн лет) синхронен с периодом становления офиолитовых габбро и перидотитов (100-70 млн лет), формирующих Восточно-Камчатскую офиолитовую зону. Со вторым этапом магматизма и метаморфизма Восточной Камчатки (70-50 млн лет) связано формирование зональных габбро-перидотитовых интрузивов и метаморфизм умеренных температур и давлений.

Предназначена для специалистов в области петрологии и геохимии метаморфических и магматических пород.

Ил. 104, табл. 70, библиография 400.

Ответственный редактор: академик А.И. Ханчук.

Рецензенты: д.г.-м.н. В.В. Акинин,
д.г.-м.н. Е.Г. Сидоров.

Утверждено к печати Ученым советом ДВГИ ДВО РАН.

На первой странице обложки: кратерное озеро в кальдере вулкана Хангар, Центральная часть Срединного хребта Камчатки.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
<i>Методы исследования</i>	9
ГЛАВА 1. МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ СРЕДИННОКАМЧАТСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАССИВА И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОБ ИХ СТРОЕНИИ	10
ГЛАВА 2. ГЕОЛОГИЯ, ПЕТРОГРАФИЯ И УСЛОВИЯ МЕТАМОРФИЗМА МЕТАМОРФИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ СРЕДИННОКАМЧАТСКОГО МАССИВА	18
КОЛПАКОВСКИЙ КОМПЛЕКС	18
1. <i>Петрография, минералогия и P-T-условия метаморфизма</i>	18
2. <i>Процессы гранитизации и мигматизации плагиогнейсов</i>	25
3. <i>Контактные роговики пироксен-роговиковой фации</i>	28
МЕТАБАЗИТЫ КОЛПАКОВСКОГО КОМПЛЕКСА	33
1. <i>Петрография и минералогия metabазитов</i>	33
2. <i>Геохимия metabазитов</i>	33
КАМЧАТСКИЙ КОМПЛЕКС	43
1. <i>Минералогия и P-T-условия метаморфизма</i>	43
2. <i>Гротит кристаллических сланцев камчатского комплекса</i>	50
АНДРИАНОВСКИЙ КОМПЛЕКС	54
1. <i>Геологическое положение</i>	54
2. <i>Состав и минералогия метавулканитов</i>	56
3. <i>Сульфидная медно-никелевая минерализация</i>	57
КВАХОНСКИЙ КОМПЛЕКС	62
1. <i>Геологический очерк</i>	62
2. <i>Минеральные ассоциации и состав минералов метавулканитов</i>	64
3. <i>Геохимия метавулканитов</i>	69
4. <i>Реконструкция палеотектонической обстановки формирования метавулканитов квахонского комплекса</i>	76
МЕЛОВОЙ УЛЬТРАОСНОВНОЙ ВУЛКАНИЗМ СРЕДИННОГО ХРЕБТА	77
1. <i>Введение</i>	77
2. <i>Краткий геологический очерк</i>	78
3. <i>Минеральные ассоциации и состав минералов</i>	80
4. <i>Геохимия ультраосновных метавулканитов</i>	85
5. <i>Обсуждение результатов</i>	89
ВОЗРАСТ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ СРЕДИННОКАМЧАТСКОГО МАССИВА	90
ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ КАМЧАТКЕ	92
ГЛАВА 3. МЕЛОВОЙ ГРАНИТОИДНЫЙ МАГМАТИЗМ СРЕДИННОГО ХРЕБТА	94
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОЧЕРК	95
МИНЕРАЛОГИЯ И ПЕТРОГРАФИЯ ГРАНИТОИДОВ	99
ГЕОХИМИЯ ГРАНИТОИДОВ	102
ВОЗРАСТ ГРАНИТОИДОВ	113
РОГОВИКИ КОНТАКТОВЫХ ОРЕОЛОВ МЕЛОВЫХ ГРАНИТОИДОВ	113
ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА МЕЛОВОГО ГРАНИТООБРАЗОВАНИЯ	116
ВЫВОДЫ	117

ГЛАВА 4. МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ГАНАЛЬСКОГО ХРЕБТА	119
ВВЕДЕНИЕ	119
КРАТКИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОЧЕРК	119
ЮРЧИКСКИЙ ГАББРОНОРИТОВЫЙ ИНТРУЗИВ	121
ВАХТАЛКИНСКАЯ ТОЛЩА ГАНАЛЬСКОГО КОМПЛЕКСА	124
ГРАНИТИЗАЦИЯ И МАГМАТИЧЕСКОЕ ЗАМЕЩЕНИЕ НА КОНТАКТЕ ГАББРОНОРИТОВ ЮРЧИКСКОГО ИНТРУЗИВА И МЕТАВУЛКАНИТОВ ВАХТАЛКИНСКОЙ ТОЛЩИ	134
ГЕОХИМИЯ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД КОНТАКТОВОГО ОРЕОЛА	139
ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ	151
БАЗИФИКАЦИЯ ПЛАГИОГНЕЙСОВ ВОЕВОДСКОЙ ТОЛЩИ ГАНАЛЬСКОГО КОМПЛЕКСА НА КОНТАКТЕ С ПОСТМЕТАМОРФИЧЕСКИМИ ГАББРОИДАМИ ЮРЧИКСКОГО ИНТРУЗИВА	152
ВЫВОДЫ	164
ГЕОЛОГИЯ И ПЕТРОГРАФИЯ ПОРОД СЕВЕРНОГО И СТЕНОВОГО БЛОКОВ ГАНАЛЬСКОГО ХРЕБТА	165
ГЛАВА 5. МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ХАВЫВЕНСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ	175
ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД	177
ПЕТРОГРАФИЯ И МИНЕРАЛОГИЯ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД	179
ГЕОХИМИЯ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД И ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА ИХ ФОРМИРОВАНИЯ	187
P-T-УСЛОВИЯ МЕТАМОРФИЗМА	197
ВОЗРАСТ МЕТАМОРФИЗМА И ВОЗРАСТ ПРОТОЛИТОВ	197
ВЫВОДЫ	198
ГЛАВА 6. ЭГИРИНАВГИТ-КРОССИТ-АЛЬБИТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ ХАВЫВЕНСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ	203
ВВЕДЕНИЕ	203
МИНЕРАЛОГИЯ И СОСТАВ МИНЕРАЛОВ НАТРИЕВЫХ МЕТАСОМАТИТОВ	203
ХИМИЗМ И P-T-УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ НАТРИЕВЫХ МЕТАСОМАТИТОВ	207
ВЫВОДЫ	209
ГЛАВА 7. МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ О-ВА КАРАГИНСКОГО	210
ВВЕДЕНИЕ	210
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОЧЕРК	210
ПЕТРОГРАФИЯ И МИНЕРАЛОГИЯ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД	212
P-T-УСЛОВИЯ МЕТАМОРФИЗМА	222
ХИМИЗМ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД	228
ВОЗРАСТ МЕТАМОРФИЗМА И ВОЗРАСТ ПРОТОЛИТОВ	231
ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА ФОРМИРОВАНИЯ МЕТАМОРФИ- ЧЕСКИХ ПОРОД	238
ВЫВОДЫ	240
ГЛАВА 8. МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ П-ОВА ОЗЕРНОГО	241
ПЕТРОГРАФИЯ И МИНЕРАЛОГИЯ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД	241
ХИМИЗМ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД	242
P-T-УСЛОВИЯ МЕТАМОРФИЗМА	245

ВОЗРАСТ МЕТАМОРФИЗМА	245
ГЛАВА 9. МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ П-ВА КАМЧАТСКИЙ	246
ПЕТРОГРАФИЯ И МИНЕРАЛОГИЯ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД	246
ХИМИЗМ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД	246
P-T-УСЛОВИЯ МЕТАМОРФИЗМА	247
ВОЗРАСТ МЕТАМОРФИЗМА	247
ГЛАВА 10. ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЭВОЛЮЦИИ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ	249
ВЫВОДЫ	251
ГЛАВА 11. РУДОНОСНОСТЬ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ СРЕДИННОГО ХРЕБТА	252
МЕСТОРОЖДЕНИЯ И РУДОПРОЯВЛЕНИЯ МЕДИ	252
МЕДНО-НИКЕЛЕВЫЕ РУДОПРОЯВЛЕНИЯ И МЕСТОРОЖДЕНИЯ	253
<i>Месторождение Шануч</i>	254
<i>Дукук-Квинум-Кувалорогская группа рудопроявлений</i>	254
РУДОПРОЯВЛЕНИЯ КВИНУМ-1 И КВИНУМ-2	256
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОЧЕРК	256
МИНЕРАЛОГИЯ КОРТЛАНДИТОВ	262
СУЛЬФИДНАЯ МЕДНО-НИКЕЛЕВО-ПЛАТИНОИДНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ	263
СРЕДНИЕ СОСТАВЫ РУДНЫХ МИНЕРАЛОВ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ РУДОПРОЯВ- ЛЕНИЙ ЮЖНОЙ ЧАСТИ СРЕДИННОГО ХРЕБТА	269
ДУКУКСКОЕ РУДОПРОЯВЛЕНИЕ	269
КУВАЛОРОГСКОЕ РУДОПРОЯВЛЕНИЕ	272
ВОЗРАСТ МЕДНО-НИКЕЛЕВОГО ОРУДЕНЕНИЯ СРЕДИННОГО ХРЕБТА	274
ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ	274
ВЫВОДЫ	276
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	277
ЛИТЕРАТУРА	280
ОГЛАВЛЕНИЕ	297

CONTENTS

INTRODUCTIONS	7
<i>Methods</i>	9
CHAPTER 1. METAMORPHIC COMPLEXES OF THE SREDINNY KAMCHATKA CRYSTALLINE MASSIF AND INTRODUCTIONS ABOUT THEIR STRUCTURE	10
CHAPTER 2. GEOLOGIA, PETROGRAPHY AND P-T PARAMETERS METAMORPISM OF THE METAMORPHIC COMPLEXES FROM SREDINNY RANGE	18
KOLPAKOVA COMPLEX	18
1. <i>Petrography, mineralogy and metamorphic P-T parameters</i>	18
2. <i>Granitization and migmatization of plagiogneisses</i>	25
3. <i>Hornfels of the pyroxene hornfels facies</i>	28

METABASITES OF THE KOLPAKOVA COMPLEX	
1. Petrography and mineralogy of metabasites	33
2. Geochemistry of metabasites	33
KAMCHATKA COMPLEX	43
1. Mineralogy and metamorphic P-T parameters	43
2. Geochemistry of metabasites	50
ANDRIANOVKA COMPLEX	54
1. Geological setting	54
2. Composition and mineralogy of metavolcanic rocks	56
3. Copper-nikel sulfide mineralization	57
KVAKHONA COMPLEX	62
1. Geological setting	62
2. Mineral assemblages and composition of metavolcanic rocks	64
3. Geochemistry of the metavolcanic rocks	69
4. Reconstruction of the tectonic setting of the metavolcanic rocks	76
CRETACEOUS ULTRABASIC VOLCANISM OF THE SREDINNY RANGE	77
1. Introduction	77
2. Geological setting	78
3. Mineral assemblages and composition	80
4. Geochemistry of the ultrabasic metavolcanic rocks	85
5. Discussion	89
AGE OF THE METAMORPHIC COMPLEXES OF THE SREDINNY KAMCHATKA CRYSTALLINE MASSIF	90
GEODYNAMIC SETTING OF SEDIMENTARY SEQUENCES OF THE CENTRAL KAMCHATKA	92
CHAPTER 3. CRETACEOUS GRANITOID MAGMATISM OF THE SREDINNY RANGE	94
GEOLOGICAL SETTING	95
MINERALOGY AND PETROGRAPHY OF GRANITOIDS	99
AGE OF GRANITOIDS	113
HORNFELS IN THE CONTACT AUREOLES OF CRETACEOUS GRANITOIDS	113
GEODYNAMIC SETTING OF THE CRETACEOUS GRANITE FORMATION	116
CONCLUSION	117
CHAPTER 4. METAMORPHIC COMPLEXES OF THE GANAL RANGE	119
INTRODUCTION	119
GEOLOGICAL SETTING	119
YURCHIK GABBRONORITE INTRUSION	121
VAKHTALKA SEQUENCE OF THE GANAL COMPLEX	124
GRANITIZATION AND MAGMATIC REPLACEMENT OF THE BASIC VOLCANIC ROCKS IN THE CONTACT AUREOLE OF THE YURCHIK GABBRONORITE INTRUSION	134
GEOCHEMISTRY OF METAMORPHIC ROCKS FROM THE CONTACT AUREOLE	139
DISCUSSION	151
BASIFICATION OF PLAGIOGNEISSES OF THE VOEVODSKAYA SEQUENCE AT THE CONTACT WITH THE POSTMETAMORPHIC GABBRO OF THE YURCHIK INTRUSION	152
CONCLUSION	164
GEOLOGY AND PETROGRAPHY OF THE NORTHERN AND STANOVOY AREA OF THE GANAL RANGE	165

CHAPTER 5. METAMORPHIC COMPLEXES OF THE KHAVYVEN UPLAND FROM EASTERN KAMCHATKA	175
GEOLOGICAL SETTING OF THE METAMORPHIC ROCKS	177
PETROGRAPHY AND MINERALOGY	179
GEOCHEMISTRY OF METAMORPHIC ROCKS AND GEODYNAMIC SETTING	187
P-T METAMORPHIC PARAMETERS	197
AGE OF METAMORPHISM AND PROTOLITH	197
CONCLUSION	198
CHAPTER 6. AGERINAVGITE-CROSSITE-ALBITE METASOMATITES OF THE KHAVYVEN UPLAND	203
INTRODUCTION	203
MINERALOGY AND MINERAL COMPOSITION OF THE SODA METASOMATITES	203
GEOCHEMISTRY AND METAMORPHIC P-T PARAMETERS OF SODA METASOMATITES	207
CONCLUSION	209
CHAPTER 7. METAMORPHIC COMPLEXES OF KARAGINSKY ISLAND	210
INTRODUCTION	210
GEOLOGICAL SETTING	210
PETROGRAPHY AND MINERALOGY OF METAMORPHIC ROCKS	212
METAMORPHIC P-T PARAMETERS	222
GEOCHEMISTRY OF METAMORPHIC ROCKS	228
AGE OF METAMORPHISM AND PROTOLITH	231
GEODYNAMIC SETTING OF THE METAMORPHIC ROCKS	238
CONCLUSION	240
CHAPTER 8. METAMORPHIC COMPLEXES OF THE OZERNOY PENINSULA	241
PETROGRAPHY AND MINERALOGY OF METAMORPHIC ROCKS	241
GEOCHEMISTRY OF METAMORPHIC ROCKS	242
METAMORPHIC P-T PARAMETERS	245
AGE OF METAMORPHISM	245
CHAPTER 9. METAMORPHIC COMPLEXES OF THE KAMCHATSKY PENINSULA	246
PETROGRAPHY AND MINERALOGY OF METAMORPHIC ROCKS	246
GEOCHEMISTRY OF METAMORPHIC ROCKS	246
METAMORPHIC P-T PARAMETERS	247
AGE OF METAMORPHISM	247
CHAPTER 10. GENERAL PATTERNS OF EVOLUTION OF THE METAMORPHIC ROCKS FROM EASTERN KAMCHATKA	249
CONCLUSION	251
CHAPTER 11. ORE MINERALIZATION OF THE MATAMORPHIC COMPLEXES FROM SREDINNY RANGE	252
COPPER DEPOSITS	252
COPPER-NICKEL DEPOSITS AND OCCURRENCES	253
<i>Shanuch deposit</i>	254
<i>Dukuk-Kvinum-Kuvalorog group of copper-nickel occurrences</i>	254
KVINUM-1 AND KVINUM-2 COPPER-NICKEL OCCURRENCES	256
GEOLOGICAL SETTING	256

MINERALOGY OF CORTLANDITES	262
SULFIDE COPPER-NICKEL-PGE MINERALIZATION	263
AVERAGE COMPOSITION OF ORE MINERALS FROM COPPER-NICKEL OCCURRENCES OF THE SREDINNY RANGE	269
DUKUK OCCURRENCES	269
KUVALOROG OCCURRENCES	272
AGE OF COPPER-NICKEL-PGE MINERALIZATION OF THE SREDINNY RANGE	274
DISCUSSION	274
CONCLUSION	276
CONCLUSION	277
REFERENCES	280
CONTENTS	297