



ФЕДЕРАЛЬНАЯ ЦЕЛЕВАЯ ПРОГРАММА
ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОДДЕРЖКА
ИНТЕГРАЦИИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
И ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ НАУКИ НА
1997—2000 ГОДЫ

С.В. РАССКАЗОВ
Н.А. ЛОГАЧЕВ
И.С. БРАНДТ
С.Б. БРАНДТ
А.В. ИВАНОВ

ГЕОХРОНОЛОГИЯ И ГЕОДИНАМИКА ПОЗДНЕГО КАЙНОЗОЯ



«НАУКА»
НОВОСИБИРСК

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
С И Б И Р С К О Е О Т Д Е Л Е Н И Е
И Н С Т И Т У Т З Е М Н О Й К О Р Ы
М И Н И С Т Е Р С Т В О О Б Р А З О В А Н И Я Р О С С И Й С К О Й Ф Е Д Е Р А Ц И И
И Р К У Т С К И Й Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й У Н И В Е Р С И Т Е Т

С.В. РАССКАЗОВ
Н.А. ЛОГАЧЕВ
И.С. БРАНДТ
С.Б. БРАНДТ
А.В. ИВАНОВ

ГЕОХРОНОЛОГИЯ И ГЕОДИНАМИКА ПОЗДНЕГО КАЙНОЗОЯ

(Южная Сибирь — Южная и Восточная Азия)

Ответственные редакторы

академик *Н.А. Логачев*

доктор геолого-минералогических наук *Ю.В. Комаров*



НОВОСИБИРСК

“НАУКА”

2000

УДК 550.42:551.14 + 551.21 + 551.248.2 (51) *Распространяется бесплатно*
ББК 26.33
Р24

Рассказов С.В., Логачев Н.А., Брандт И.С., Брандт С.Б., Иванов А.В. Геохронология и геодинамика позднего кайнозоя: (Южная Сибирь — Южная и Восточная Азия). — Новосибирск: Наука, 2000. — 288 с.

ISBN 5—02—031457—9.

В монографии исследуется позднекайнозойская геодинамика юго-восточной части Евразийской плиты в свете пространственно-временного распределения вулканизма. Основная роль в датировании вулканических пород отводится калий-аргоновому методу в различных модификациях. Выполнено теоретическое и экспериментальное обоснование применяемых методических подходов. На вулканических полях Южной Сибири выявлена пространственно-временная миграция вулканизма. При корреляции измеренных возрастов с геохронологическими данными по вулканическим породам других областей юго-восточной части Евразийской плиты разработана систематика временных рядов вулканических событий.

Книга может быть использована как учебное пособие при чтении лекций о геохронологических основах позднего кайнозоя, а также представляет интерес для специалистов, занимающихся проблемами радиоизотопного датирования, континентального рифтогенеза, геодинамики.

Табл. 5. Ил. 80. Библиогр.: 308 назв.

Rasskazov S.V., Logatchev N.A., Brandt I.S., Brandt S.B., Ivanov A.V. Geochronology and geodynamics in the Late Cenozoic: (South Siberia — South and East Asia). — Novosibirsk: Nauka, 2000. — 288 p.

Late Cenozoic geodynamics of the southeastern Eurasian plate is considered through space-time distribution of volcanism. Age determination of volcanic rocks is based on different modifications of K-Ar method. Theoretical and experimental approach on the preferable technique is described. In volcanic fields of South Siberia, space-time migration of volcanism has been recognised. These data are used as a basis for general compilation and temporal systematics of volcanic events in the south-eastern Eurasian plate.

The book may be used for teaching on geochronological basis of the Late Cenozoic and is written for researchers working on radioisotopic dating, continental rifting, and geodynamics.

Рецензенты

доктора геолого-минералогических наук А.А. Конев, В.Д. Мац
кандидат геолого-минералогических наук А.И. Сизых

Утверждено к печати Ученым советом Института земной коры СО РАН



Издание осуществлено при финансовой поддержке Федеральной целевой программы "Государственная поддержка интеграции высшего образования и фундаментальной науки на 1997—2000 годы"

ТП—98—II—№ 204

ISBN 5—02—031457—9

© Центр "Интеграция", 2000
© С.В. Рассказов, Н.А. Логачев, И.С. Брандт
С.Б. Брандт, А.В. Иванов, 2000
© Оформление. "Наука". Сибирская
издательская фирма РАН, 2000

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
Часть I	
МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ГЕОХРОНОЛОГИИ ПОЗДНЕГО КАЙНОЗОЯ	9
Глава 1	
ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ, НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЯМ МАЛЫХ ВОЗРАСТОВ	11
1.1. Ограничения радиоизотопных методов	11
1.2. Радиоизотопные методы позднего кайнозоя	13
1.3. Корреляционные методы расчленения позднекайнозойских комплексов	15
Глава 2	
КАЛИЙ-АРГОНОВЫЙ МЕТОД — ОСНОВНОЙ ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ПОЗДНЕГО КАЙНОЗОЯ	22
2.1. Общая характеристика метода	22
2.2. Калий и аргон	23
2.3. Принципы измерения калий-аргонового возраста	27
2.4. Измерение радиогенного аргона	28
2.5. Масс-спектрометрия и изотопное разбавление	32
2.6. ^{40}Ar - ^{39}Ar метод	41
2.7. Искаженный радиогенный аргон	47
2.8. Влияние потерь радиогенного аргона на вид кинетических кривых	53
2.9. Измерения возраста	53
Глава 3	
ТЕОРИЯ ДИФФУЗИИ РАДИОГЕННОГО АРГОНА	58
3.1. Законы Фика и Аррениуса	58
3.2. Решение однородного уравнения диффузии	60
3.3. Кинетические кривые лабораторного выделения радиогенного аргона и возможность констатации его потерь в геологическом времени	63

3.4. Кинетическая интерпретация спектров ступенчатого нагрева в методе ^{40}Ar - ^{39}Ar	65
3.5. Разделение атмосферного и радиогенного аргона в пробе	69
3.6. Неоднородное уравнение Фика	70
3.7. Средняя концентрация радиогенного аргона	73
3.8. $D(t)$ — кусочно-постоянная функция	79
3.9. Трехмерный случай диффузии	79
3.10. Вывод формул диффузии	81
3.11. Кусочно-постоянная диффузия	83
3.12. Трехмерная задача диффузии	84

Часть II

ГЕОХРОНОЛОГИЯ ПОЗДНЕКАЙНОЗОЙСКИХ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОРОД ЮЖНОЙ СИБИРИ	87
--	----

Глава 4

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА	89
4.1. Строение и возраст фундамента	89
4.2. Пространственное распределение позднекайнозойского вулканизма по отношению к структурам фундамента	97
4.3. Новейшие структуры	99
4.4. Пространственное распределение позднекайнозойского вулканизма по отношению к новейшим структурам	106

Глава 5

K-Ar (^{40}Ar-^{39}Ar) ВОЗРАСТ ПОЗДНЕКАЙНОЗОЙСКИХ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ	111
--	-----

5.1. Прибайкалье	112
5.2. Забайкалье	141

Глава 6

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СОБЫТИЙ В БАЙКАЛЬСКОЙ РИФТОВОЙ СИСТЕМЕ	176
6.1. Пространственно-временное распределение вулканизма	176
6.2. Равномерные и экспоненциально меняющиеся вулканические пульсации	187
6.3. Геодинамическое значение мигрирующего вулканизма	192

Часть III

ГЕОХРОНОЛОГИЯ ПОЗДНЕКАЙНОЗОЙСКИХ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОРОД ПОДВИЖНЫХ СИСТЕМ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЕВРАЗИАТСКОЙ ПЛИТЫ	203
---	-----

Глава 7

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ТЕКТОНИЧЕСКИХ И ВУЛКАНИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ	207
7.1. Рифтовые системы Китая	207
7.2. Японо-Морская зона задугового рифтогенеза и спрединга	210

7.3. Орогенные системы	214
7.4. Коллизионные зоны	215
Г л а в а 8	
КОРРЕЛЯЦИЯ ТЕКТОНИЧЕСКИХ И ВУЛКАНИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ	218
8.1. Соотношения импульсов воздымания в Байкальской рифтовой системе с событиями в других подвижных системах	218
8.2. Сопоставление времени вулканической деятельности в Байкальской и Периордосской рифтовых системах	220
8.3. Геодинамические соотношения подвижных систем	222
Ч а с т ь IV	
ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМАТИКА ВУЛКАНИЗМА И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЕ К ГЕОДИНАМИКЕ	227
Г л а в а 9	
ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ИНТЕРВАЛЫ ПОЗДНЕГО КАЙНОЗОЯ	231
9.1. Вариации частоты вулканических извержений	231
9.2. Вулканическая квазипериодичность 5 млн лет	237
9.3. Отражение 5-миллионной цикличности в вулканической миграции	238
9.4. Вариации состава лав 5-миллионных циклов	240
9.5. Особенности среднемиоценового вулканизма	241
9.6. Геодинамическое значение вулканической цикличности	243
9.7. Вулканизм в свете глубинной геодинамики Земли	244
Г л а в а 10	
ЧЕТВЕРТИЧНЫЕ ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ИНТЕРВАЛЫ	249
10.1. Повторяемость событий	249
10.2. Геодинамика внутриплитного, синколлизионного и "сквозного" вулканизма	255
10.3. Обстановка голоценового внутриплитного вулканизма	258
10.4. Вероятные причины квазипериодичности четвертичного вулканизма	259
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	263
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	266

CONTENTS

PREFACE	3
---------------	---

Part I

METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF THE LATE CENOZOIC GEO- CHRONOLOGY	9
--	---

Chapter 1

GEOCHRONOLOGICAL TECHNIQUES, NEW APPROACHES TO DETERMI- NATIONS OF YOUNG AGES	11
--	----

1.1. Constraint on radioisotopic methods	11
1.2. Radioisotopic methods of the Late Cenozoic	13
1.3. Correlation methods for dismembering of the Late Cenozoic complexes	15

Chapter 2

POTASSIUM-ARGON METHOD: THE MAIN GEOCHRONOLOGICAL METHOD OF THE LATE CENOZOIC	22
--	----

2.1. General characteristic of the method	22
2.2. Potassium and argon	23
2.3. Principles of K-Ar age determinations	27
2.4. Measurements of radiogenic argon	28
2.5. Mass-spectrometry and isotope dilution	32
2.6. The ^{40}Ar - ^{39}Ar method	41
2.7. Distorted radiogenic argon	47
2.8. Reflection of radiogenic argon losses in a shape of kinetic curves	53
2.9. Age measurements	53

Chapter 3

THEORY OF RADIOGENIC ARGON DIFFUSION	58
3.1. The laws of Fick and Arrhenius	58
3.2. Solution of homogeneous diffusion equation	60
3.3. Kinetic diagrams of laboratory extractions of radiogenic argon and a means for a statement of its losses in geologic time	63
3.4. Kinetic interpretation of stepwise-heating spectra in the ^{40}Ar - ^{39}Ar method	65

3.5. Discrimination of atmospheric and radiogenic argon	69
3.6. Inhomogeneous Fick's equation	70
3.7. Mean concentration of radiogenic argon	73
3.8. $D(t)$ — a piece-wise constant function	79
3.9. Three-dimensional case of diffusion	79
3.10. Deduction of diffusion formulas	81
3.11. Case of piece-wise constant diffusion	83
3.12. Three-dimensional diffusion problem	84

Part II

GEOCHRONOLOGY OF THE LATE CENOZOIC VOLCANIC ROCKS FROM SOUTH SIBERIA	87
---	-----------

Chapter 4

GEOLOGICAL BACKGROUND	89
4.1. Structure and age of basement	89
4.2. Spatial relation of Late Cenozoic volcanism to basement structures	97
4.3. Neotectonic structures	99
4.4. Spatial relation of the Late Cenozoic volcanism to the neotectonic structures	106

Chapter 5

K-Ar (^{40}Ar-^{39}Ar) AGES OF VOLCANIC SEQUENCES	111
5.1. Pribaikalye	112
5.2. Transbaikalye	141

Chapter 6

SUCCESSION OF EVENTS IN THE BAIKAL RIFT SYSTEM	176
6.1. Space-time distribution of volcanism	176
6.2. Homogeneous and exponentially changing volcanic pulses	187
6.3. Geodynamic significance of the migrating volcanism	192

Part III

GEOCHRONOLOGY OF THE LATE CENOZOIC VOLCANIC ROCKS FROM MOBILE SYSTEMS IN THE SOUTHEASTERN EURASIAN PLATE	203
---	------------

Chapter 7

SUCCESSION OF EVENTS	207
7.1. Rift systems of the China	207
7.2. Japan Sea zone of backarc rifting	210
7.3. Orogenic systems	214
7.4. Collision zones	215

Chapter 8	
CORRELATION OF TECTONIC AND VOLCANIC EVENTS	218
8.1. Relationships between uplifting pulses in the Baikal Rift System and events in other mobile systems	218
8.2. Timing comparison of volcanic activity in the Baikal and Peri-Ordos rift systems	220
8.3. Geodynamic relationships between the mobile systems	222
Part IV	
GEOCHRONOLOGICAL SYSTEMATICS OF VOLCANISM: APPLICATION TO GEODYNAMICS	227
Chapter 9	
LATE CENOZOIC VOLCANIC INTERVALS	231
9.1. Frequency variations of volcanic eruptions	231
9.2. The 5 Myr volcanic quasi-periodicity	237
9.3. Reflection of the 5-Myr cycling in volcanic migration	238
9.4. Lava composition variation during the 5 Myr cycles	240
9.5. Particularities of the Middle Miocene volcanism	241
9.6. Geodynamic significans of the volcanic cycling	243
9.7. Volcanism in terms of deep-seated geodynamics of the Earth	244
Chapter 10	
QUATERNARY VOLCANIC INTERVALS	249
10.1. Repetition of events	249
10.2. Geodynamics of intraplate, sincollisional, and "through" volcanism	255
10.3. Conditions of the Holocene intraplate volcanism	258
10.4. Suggested causes of the Quaternary volcanism quasi-periodicity	259
CONCLUSIONS	263
REFERENCES	266

Научное издание

Рассказов Сергей Васильевич
 Логачев Николай Алексеевич
 Брандт Иван Сергеевич
 Брандт Сергей Борисович
 Иванов Алексей Викторович

ГЕОХРОНОЛОГИЯ И ГЕОДИНАМИКА ПОЗДНЕГО КАЙНОЗОЯ
(Южная Сибирь — Южная и Восточная Азия)

Редактор *А.М. Самсоненко*. Художественный редактор *Л.В. Матвеева*. Художник *И.С. Попов*. Технический редактор *Н.М. Остроумова*. Корректоры *С.П. Позудина, Л.А. Шербакова*. Оператор электронной верстки *Л.А. Антонова*.

Изд. лиц. № 020297 от 23.06.97. Сдано в набор 16.01.2001. Подписано в печать 23.03.2001. Бумага офсетная. Формат 60 × 90 1/16. Офсетная печать. Гарнитура Times. Усл. печ. л. 18,0. Уч.-изд. л. 18,2. Тираж 1000 экз.

Заказ № 413.

Сибирская издательская фирма "Наука" РАН. Новосибирск, ул. Советская, 18.
 СП "Наука" РАН. 630077. Новосибирск, ул. Станиславского, 25.