

Магнитостратиграфический метод в геологии: состояние, проблемы, перспективы

А.Ю. Гужиков

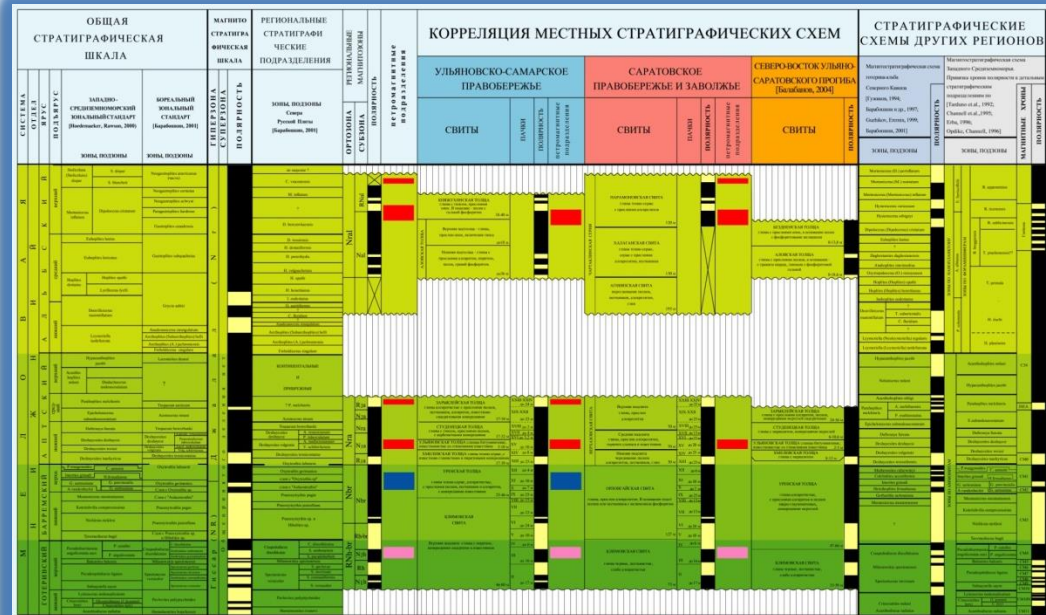
Саратовский государственный национальный
исследовательский университет
им. Н.Г. Чернышевского



Magnetostratigraphic method
in geology: current state,
problems and the ways
to their solutions

A.Yu. Guzhikov

N.G. Chernyshevsky Saratov National
Research State University



*Исследование выполнено при поддержке РФФ
(проект № 23-27-00159).*

Магнитостратиграфический метод основан на расчленении и корреляции осадочных толщ по их магнитным свойствам. Различают магнитостратиграфические подразделения палеомагнитного и петромагнитного обоснования [Стратиграфический кодекс, 2019].

Магнитополярные (палеомагнитные) подразделения выделяются по знаку полярности древнего геомагнитного поля (прямому – N, совпадающему с полярностью современного поля, или обратному – R, противоположному современному полю). Границы магнитозон устанавливаются по смене знака полярности, обусловленным геомагнитными инверсиями.

Петромагнитные подразделения выделяются по численным магнитным характеристикам (магнитная восприимчивость и др.) и являются разновидностью региональных и местных магнитостратиграфических подразделений. В отличие от магнитополярных магнитозон, петромагнитные подразделения являются частной разновидностью лито- или ритмостратиграфических подразделений.

Одним из преимуществ петромагнитного метода является его экспрессность.

СТРАТИГРАФИЧЕСКИЙ КОДЕКС



ВСЕГЕИ

Глава IX

МАГНИТОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

§ 1. Определение

Статья IX.1. Магнитостратиграфические подразделения – это совокупности горных пород в их первоначальной последовательности, объединенные своими магнитными характеристиками, отличающими их от подстилающих и перекрывающих слоев.

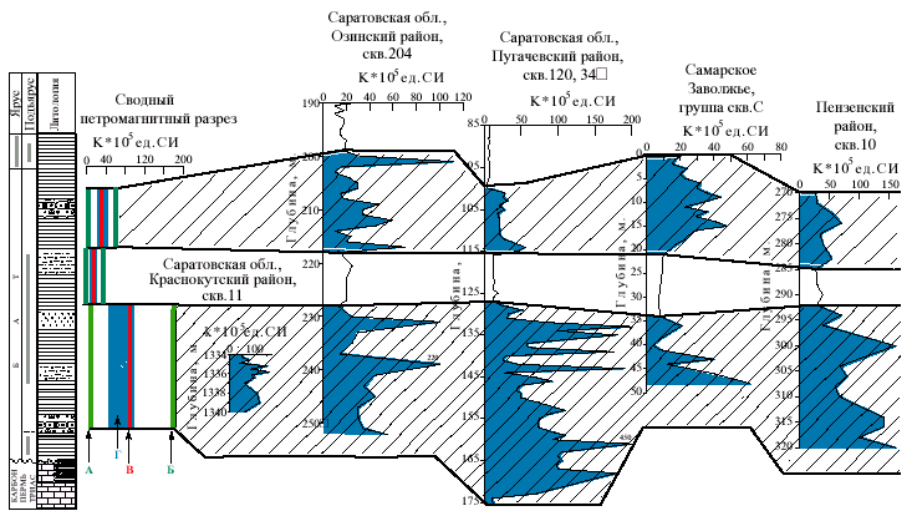
Среди магнитостратиграфических подразделений по принципу обоснования различают магнитополярные и магнитные.

Статья IX.2. Магнитополярные (палеомагнитные) подразделения основаны на магнитных параметрах, отражающих характеристики изменения геомагнитного поля во времени: изменения (обращения) полярности поля (инверсии, экскурсы), его напряженности, координат палеомагнитных полюсов и др. При этом главной характеристикой и основным критерием выделения является полярность геомагнитного поля. Среди магнитополярных подразделений различают общие, региональные и местные.

Магнитные подразделения не имеют в своей основе изменений геомагнитного поля и выделяются по совокупности численных

41

магнитных характеристик (по значениям магнитной восприимчивости, остаточной намагниченности, по параметрам магнитного насыщения и др.). Магнитные подразделения относятся к региональным и местным.

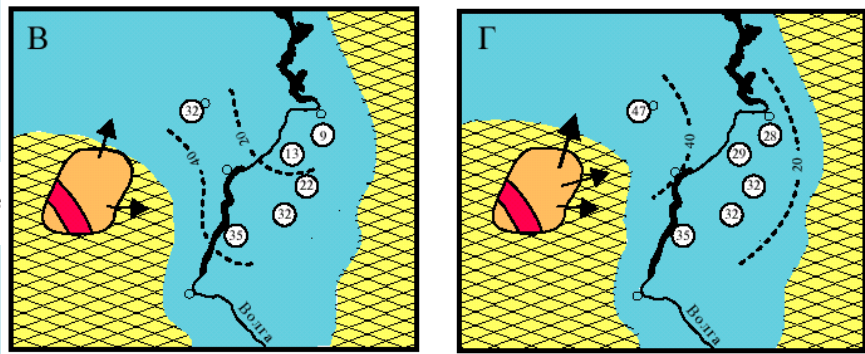
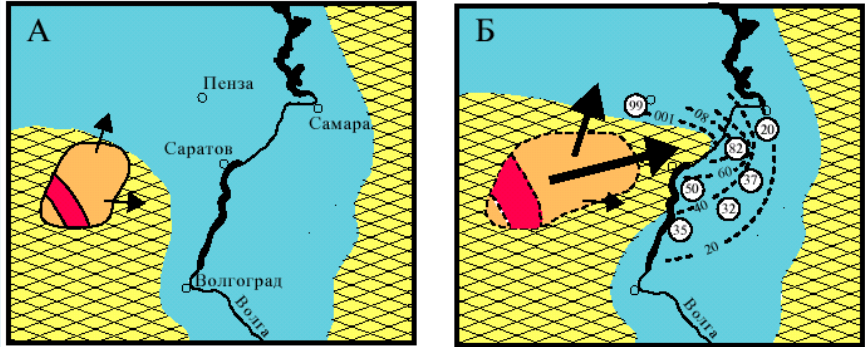
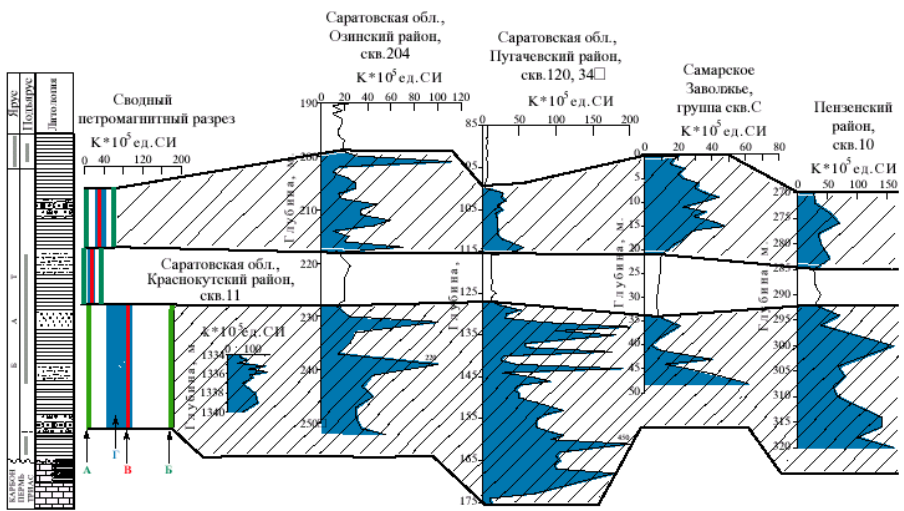


Магнитная восприимчивость и корреляция разрезов байос - батских отложений в пределах Жигулевско-Пугачевского свода, Рязано-Саратовского прогиба и внешней части Бортовой зоны Прикаспийской впадины.

Статистические оценки распределения K в петромагнитных комплексах:

A - минимум, **B** - максимум, **B** - среднее арифметическое, **Г** - область значений, в которую попадет 50% выборки.

Интервалы высоких значений магнитной восприимчивости (K), обогащенные обломочным магнетитом, обусловлены активизациями терригенного сноса из района Воронежской антеклизы. Этот вывод подтвержден сравнительным анализом рудной фракции как из батских отложений Поволжья и Прикаспия, так и из кристаллических пород Воронежского массива, которые в среднеюрскую эпоху подвергались интенсивной денудации. Результаты изучения шлихов, обнаружили отчетливую взаимосвязь между величиной K и содержанием в породах «воронежского» обломочного материала. Латеральная устойчивость петромагнитных вариаций определяет их ценность как корреляционных реперов, событийной природы и может быть востребовано для обоснования свитного деления в регионе [Гужиков и др., 2002].



Палеогеографические схемы Нижнего-Среднего Поволжья для батского века.

А - для батского века по литературным данным [Атлас литолого-палеогеографических карт СССР. Т. III. 1968; Атлас палеогеографических карт. Шельфы Евразии в мезозое Атлас карт АН СССР и Робертсон ГРУП. Великобритания, 1992; Воронежская антекклиза. Справочное руководство и путеводитель - Воронеж-Москва, 2000. 129с.];
Б, В, Г - для среднего-верхнего бата: для интервалов времени, соответствующим формированию ПК1 (Б), ПК2 (В) и ПК3 (Г). 1 - море, 2 - низменная суша, 3 - холмистая суша, 4 - кристаллические породы, 5 - предположительные направления распространения "воронежского" терригенного материала (длина и толщина стрелок прямо пропорциональна интенсивности сноса), 6 - район местоположения разрезов бата и среднее значение магнитной восприимчивости (10^{-5} ед. СИ) для соответствующего интервала времени, 7 - изолинии значений магнитной восприимчивости.

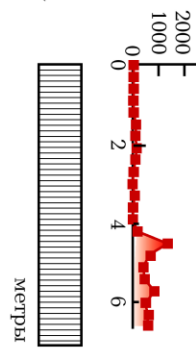
Магнитная восприимчивость и корреляция разрезов байос - батских отложений в пределах Жигулевско-Пугачевского свода, Рязано-Саратовского прогиба и внешней части Бортвой зоны Прикаспийской впадины.

Статистические оценки распределения К в петромагнитных комплексах:
А - минимум, **Б** - максимум, **В** - среднее арифметическое, **Г** - область значений, в которую попадает 50% выборки.

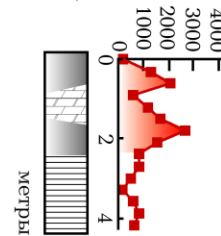
Интервалы высоких значений магнитной восприимчивости (К), обогащенные обломочным магнетитом, обусловлены активизациями терригенного сноса из района Воронежской антекклизы. Этот вывод подтвержден сравнительным анализом рудной фракции как из батских отложений Поволжья и Прикаспия, так и из кристаллических пород Воронежского массива, которые в среднеюрскую эпоху подвергались интенсивной денудации. Результаты изучения шлихов, обнаружили отчетливую взаимосвязь между величиной К и содержанием в породах «воронежского» обломочного материала. Латеральная устойчивость петромагнитных вариаций определяет их ценность как корреляционных реперов, событийной природы и может быть востребовано для обоснования свитного деления в регионе [Гужиков и др., 2002].

Пример латеральной устойчивости корреляционных реперов, выделенных по термокаппаметрическим данным.

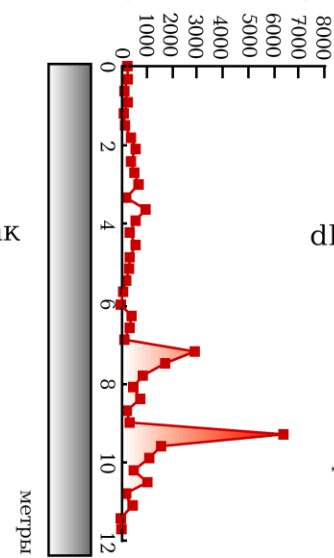
р. Гуселка
(Саратов)
dK (10^{-5} ед. СИ)



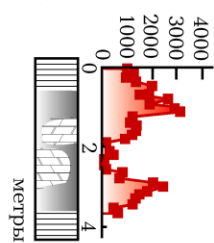
с. Широкий Буерак
(Вольский р- н)
dK (10^{-5} ед. СИ)



Федоровский створ
(Хвалынский р- н)
dK (10^{-5} ед. СИ)



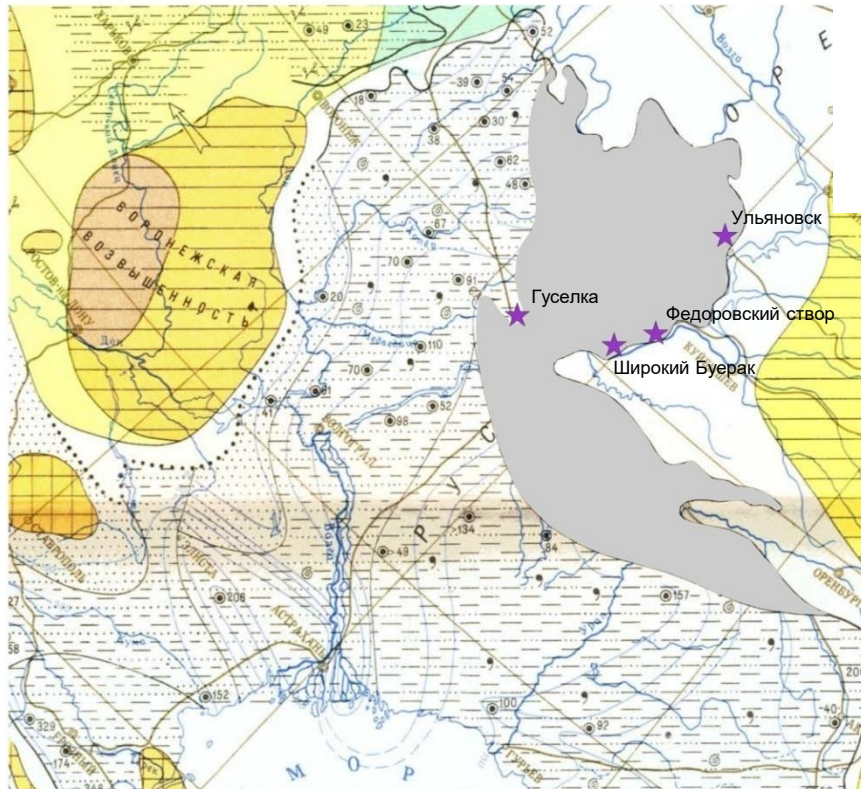
г. Ульяновск
dK (10^{-5} ед. СИ)



Термокаппаметрические характеристики уровня битуминозных сланцев в нижнем апте Среднего Поволжья.

Нижнеаптские битуминозные сланцы распространены на большей части Ульяновской, Самарской областей и на севере Саратовской области. К югу (на широте г.Саратова) битуминозно-сланцевые породы фациально сменяются глинами, но уровень горючих сланцев прослеживается в других фациях в разрезе р.Гуселка по петромагнитному признаку – приросту магнитной восприимчивости (dK), который фиксирует повышенные концентрации тонкодисперсного пирита.

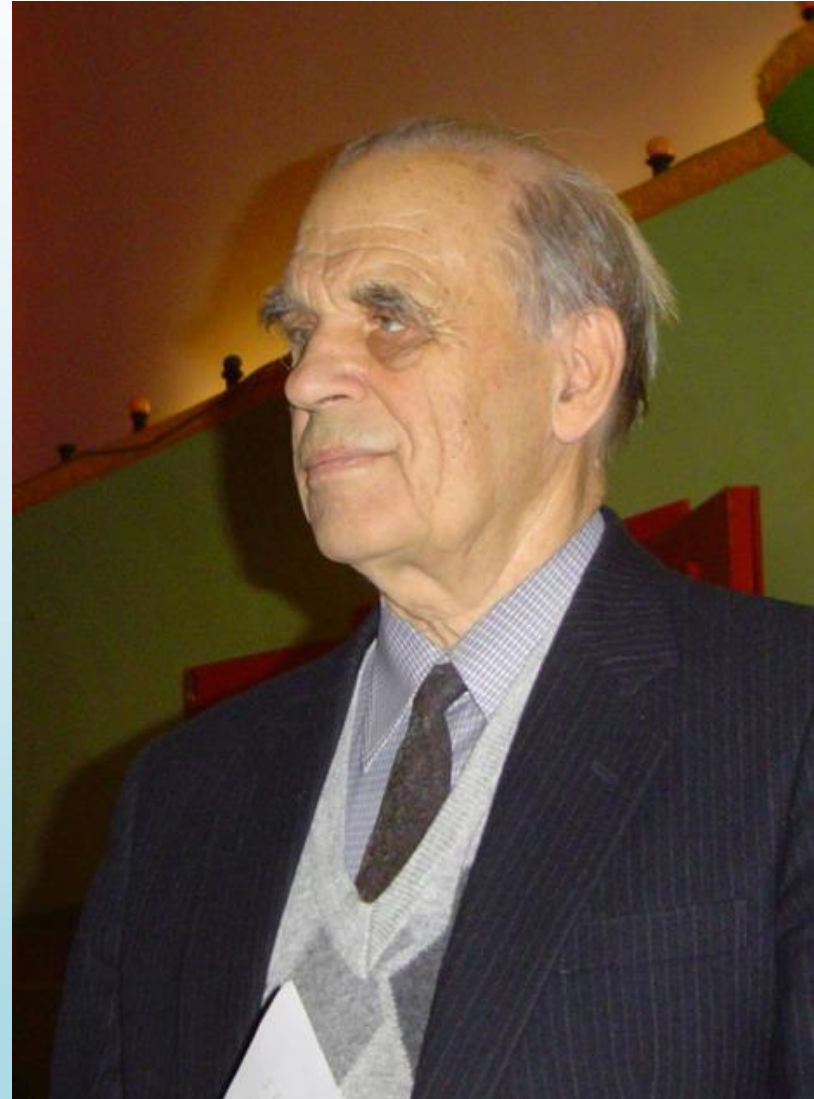
[Гужиков и др, 2013]



Впервые магнитостратиграфический метод, основанный на расчленении и корреляции осадочных толщ по направлению вектора естественной остаточной намагниченности, был предложен А.Н. Храмовым в 1955 г..

Границы подразделений палеомагнитного обоснования (магнитозон полярности) определяются по изохронным в планетарном масштабе событиям – геомагнитным инверсиям, поэтому магнитостратиграфические сопоставления позволяют достичь наибольшей точности при глобальных корреляциях, по сравнению с другими методами.

В задачи магнитостратиграфии входит и построение Общей магнитостратиграфической шкалы, которая с одной стороны является инструментом для решения стратиграфических проблем, а с другой стороны - источником сведений об истории геомагнитного поля, вследствие чего магнитостратиграфия. является важным разделом палеомагнитологии.



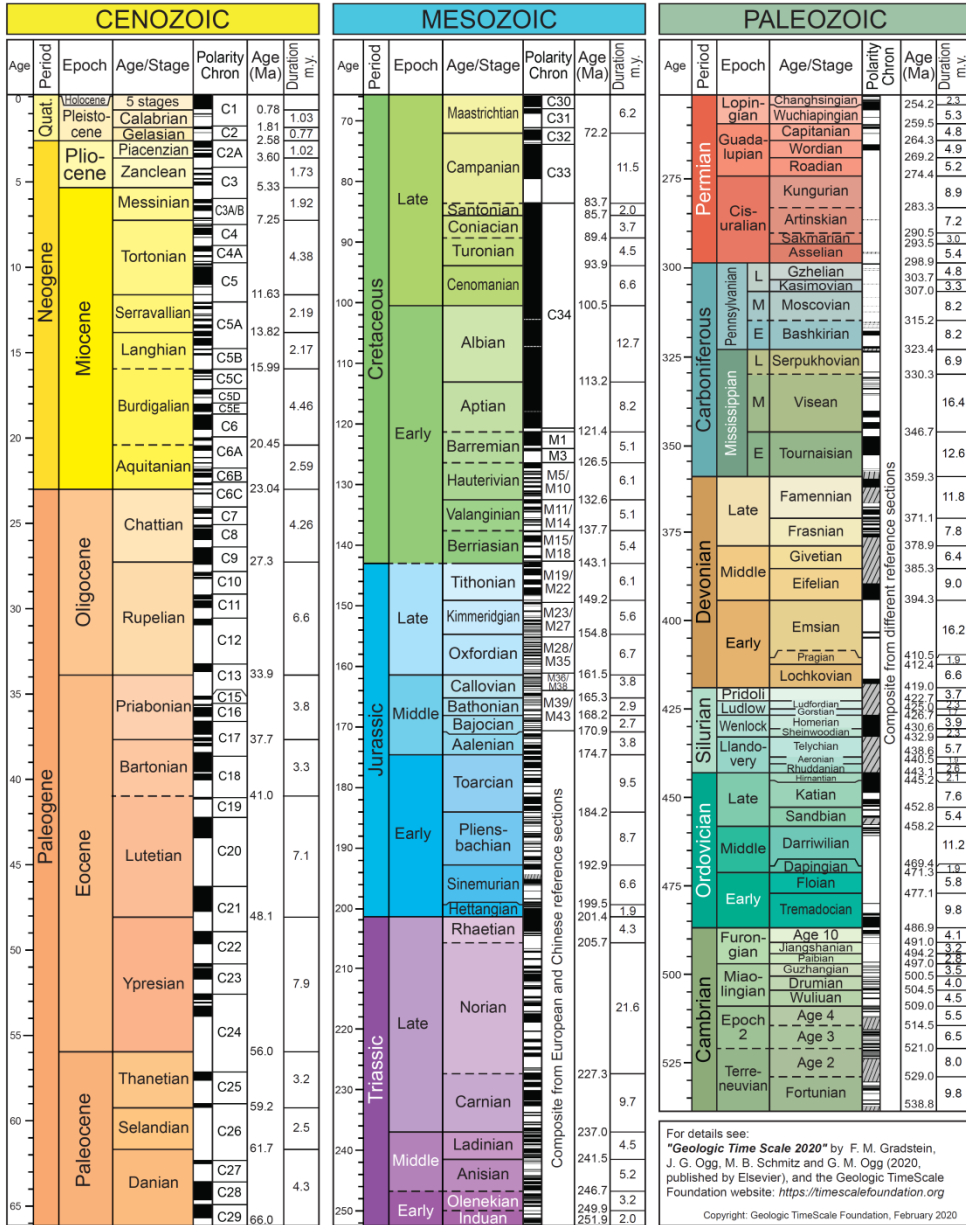
Алексей Никитич
ХРАМОВ



GEOLOGIC TIME SCALE 2020



PHANEROZOIC



For details see:
 "Geologic Time Scale 2020" by F. M. Gradstein,
 J. G. Ogg, M. B. Schmitz and G. M. Ogg (2020),
 published by Elsevier, and the Geologic TimeScale
 Foundation website: <https://timescalefoundation.org>
 Copyright: Geologic TimeScale Foundation, February 2020

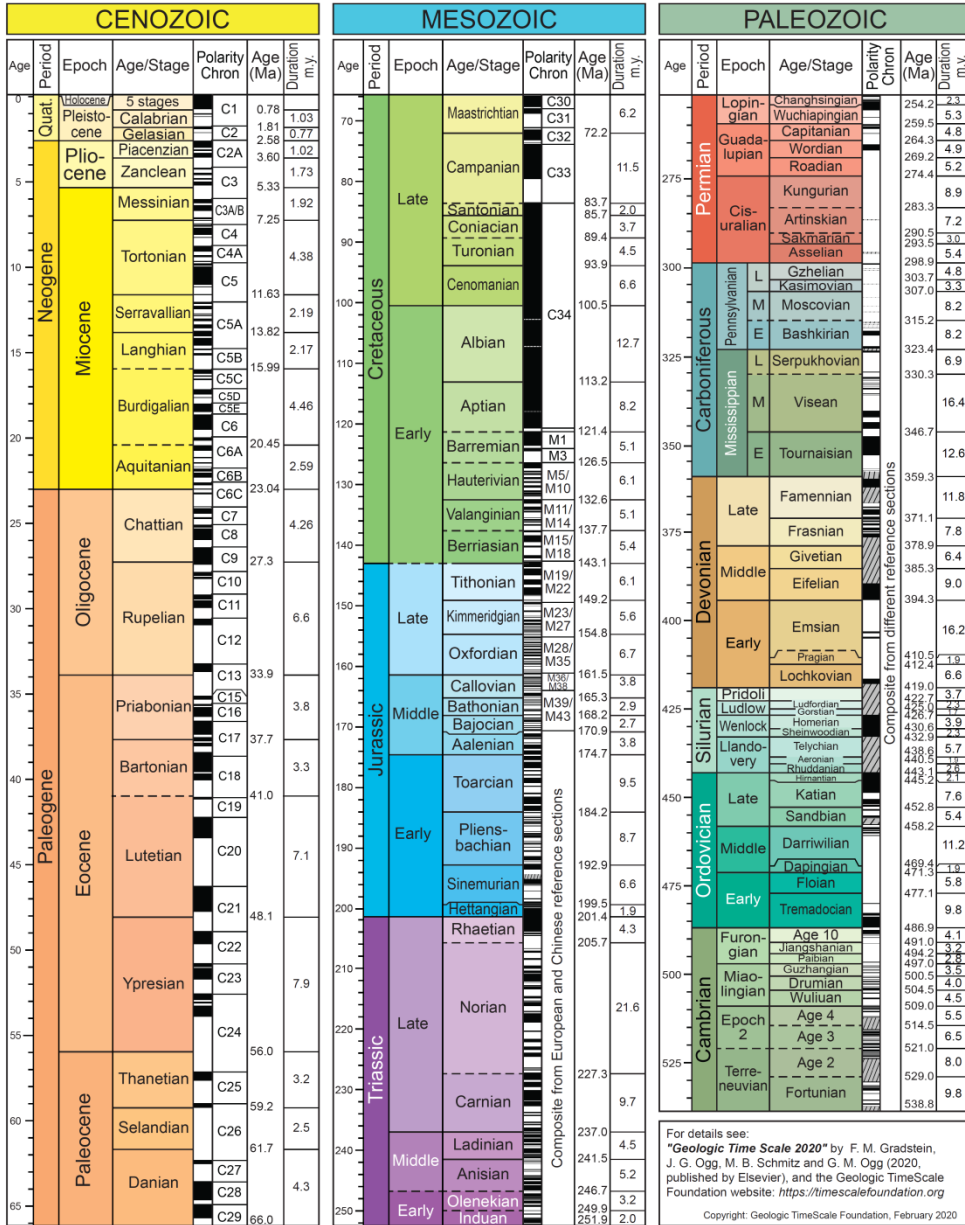




GEOLOGIC TIME SCALE 2020



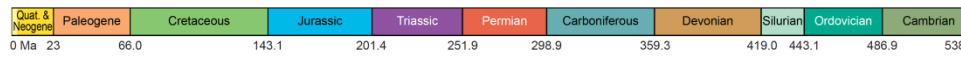
PHANEROZOIC



A Geologic Time Scale 2004

Felix Gradstein, James Ogg and Alan Smith

For details see:
 "Geologic Time Scale 2020" by F. M. Gradstein,
 J. G. Ogg, M. B. Schmitz and G. M. Ogg (2020),
 published by Elsevier, and the Geologic TimeScale
 Foundation website: <https://timescalefoundation.org>
 Copyright: Geologic TimeScale Foundation, February 2020

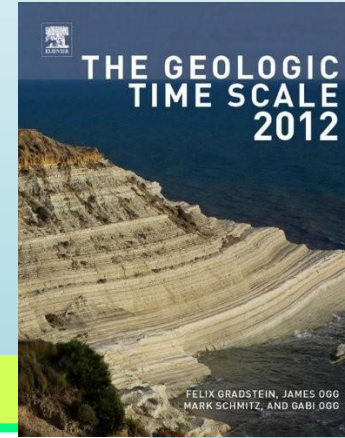
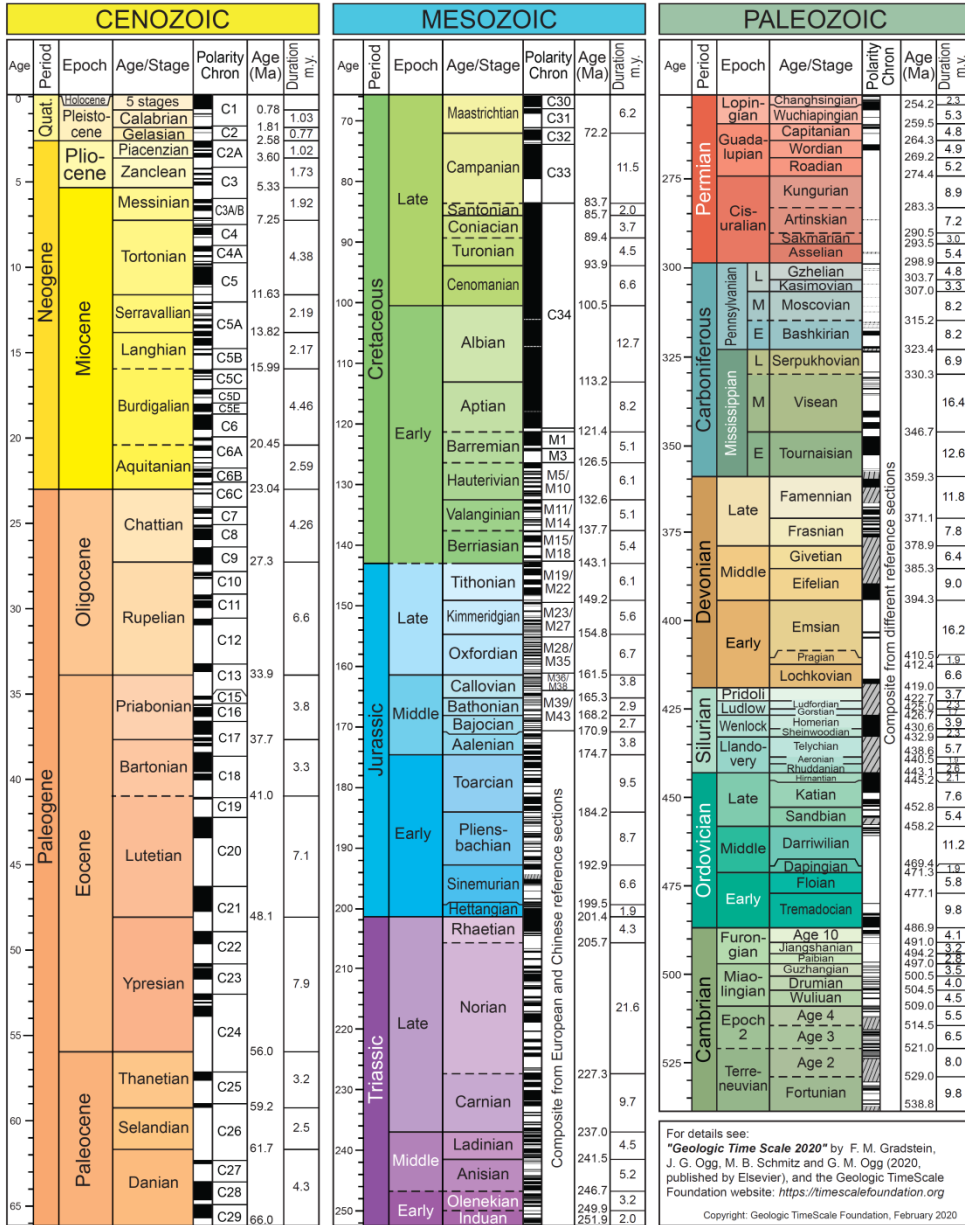




GEOLOGIC TIME SCALE 2020



PHANEROZOIC



A Geologic Time Scale 2004

Felix Gradstein, James Ogg and Alan Smith

For details see: "Geologic Time Scale 2020" by F. M. Gradstein, J. G. Ogg, M. B. Schmitz and G. M. Ogg (2020), published by Elsevier, and the Geologic TimeScale Foundation website: <https://timescalefoundation.org>

Copyright: Geologic TimeScale Foundation, February 2020

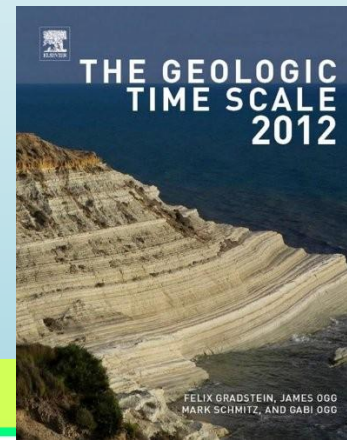
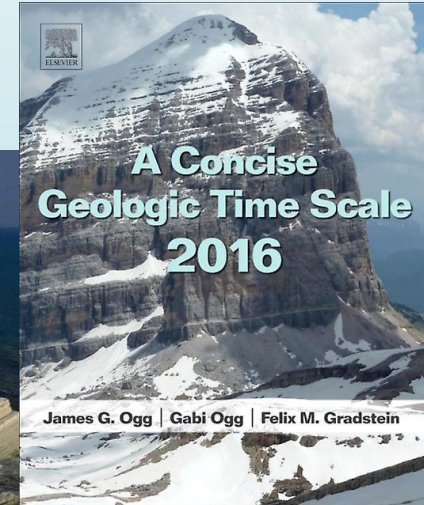
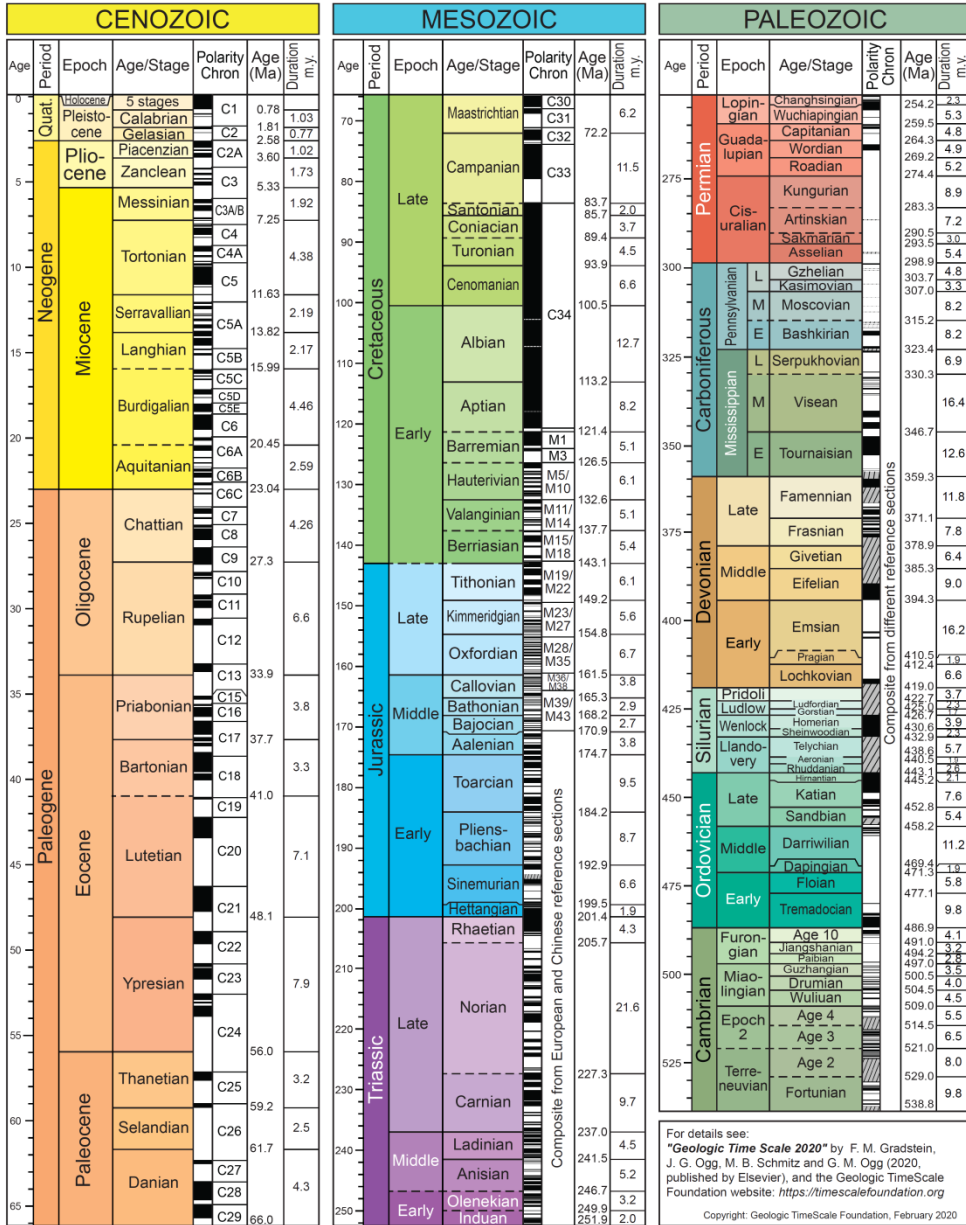




GEOLOGIC TIME SCALE 2020



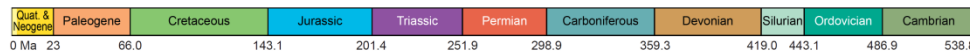
PHANEROZOIC



A Geologic Time Scale 2004

Felix Gradstein, James Ogg and Alan Smith

For details see:
 "Geologic Time Scale 2020" by F. M. Gradstein,
 J. G. Ogg, M. B. Schmitz and G. M. Ogg (2020),
 published by Elsevier, and the Geologic TimeScale
 Foundation website: <https://timescalefoundation.org>
 Copyright: Geologic TimeScale Foundation, February 2020

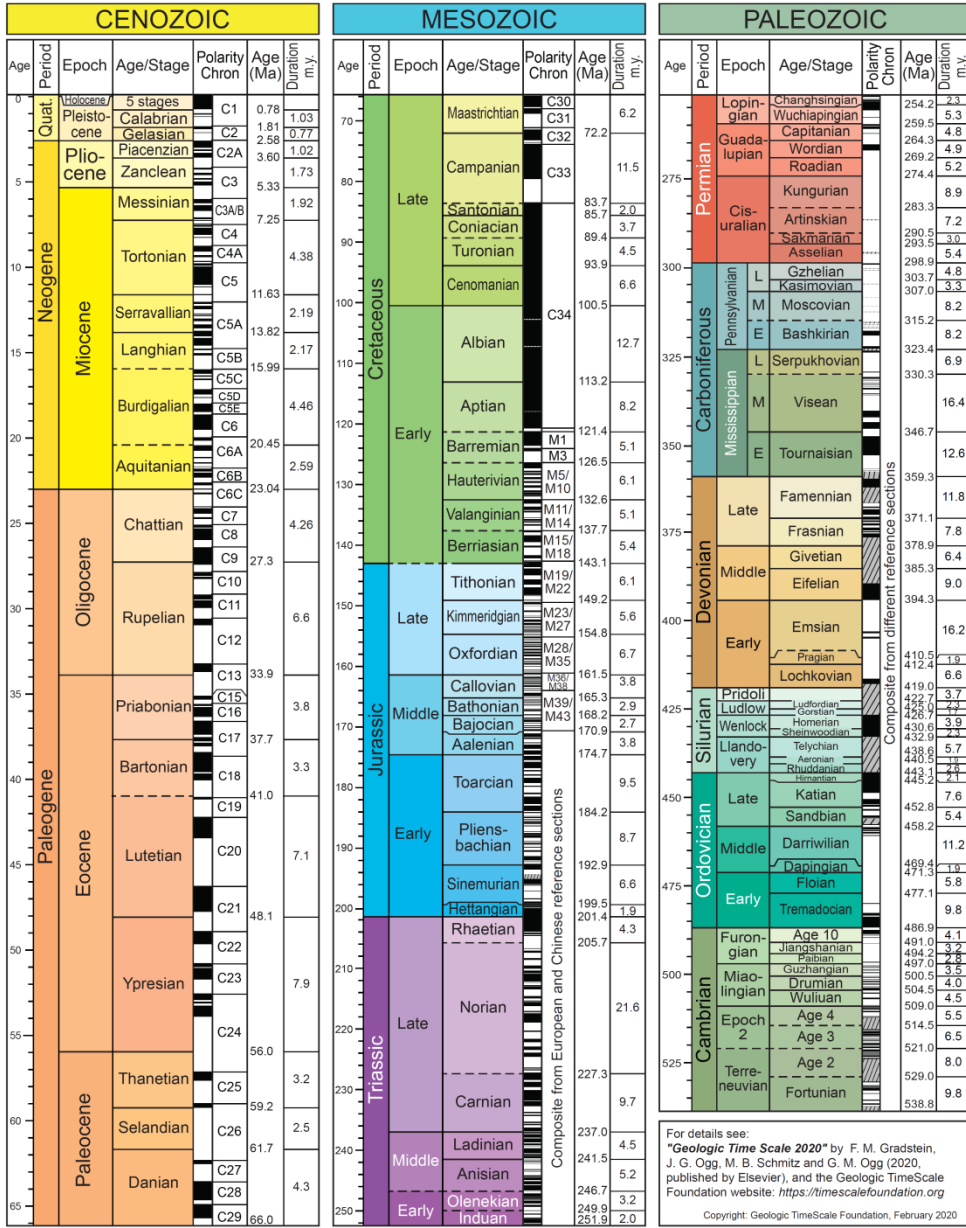




GEOLOGIC TIME SCALE 2020



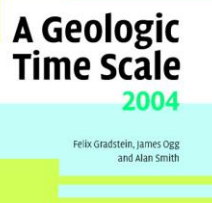
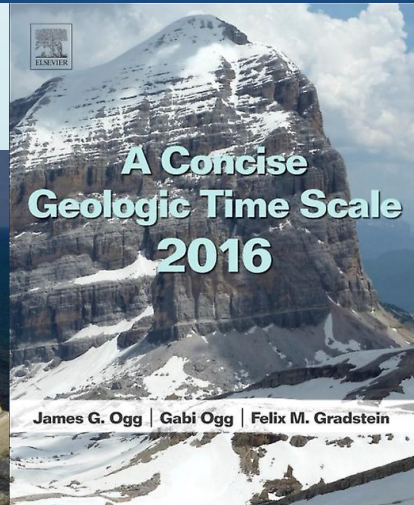
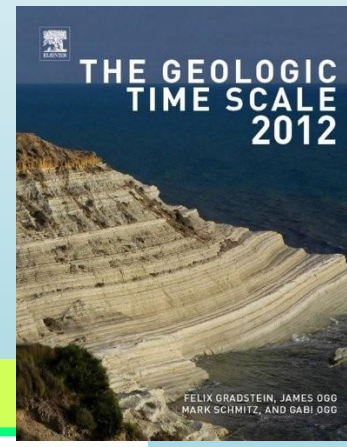
PHANEROZOIC



Felix M. Gradstein
James G. Ogg
Mark D. Schmitz
Gabi M. Ogg



Felix M. Gradstein
James G. Ogg
Mark D. Schmitz
Gabi M. Ogg



МИНИСТЕРСТВО
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

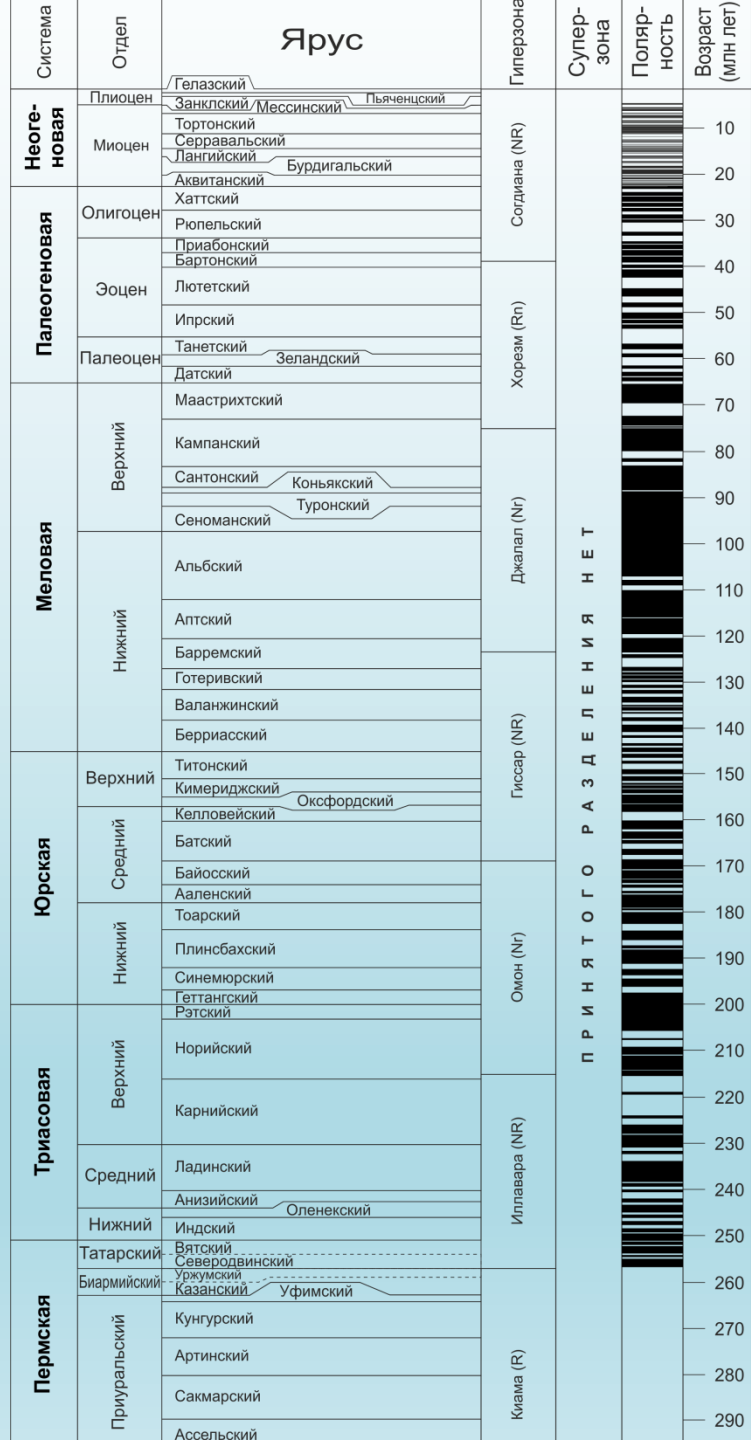
РОССИЙСКАЯ
АКАДЕМИЯ НАУК

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ им. А. П. КАРПИНСКОГО (ВСЕГЕИ)

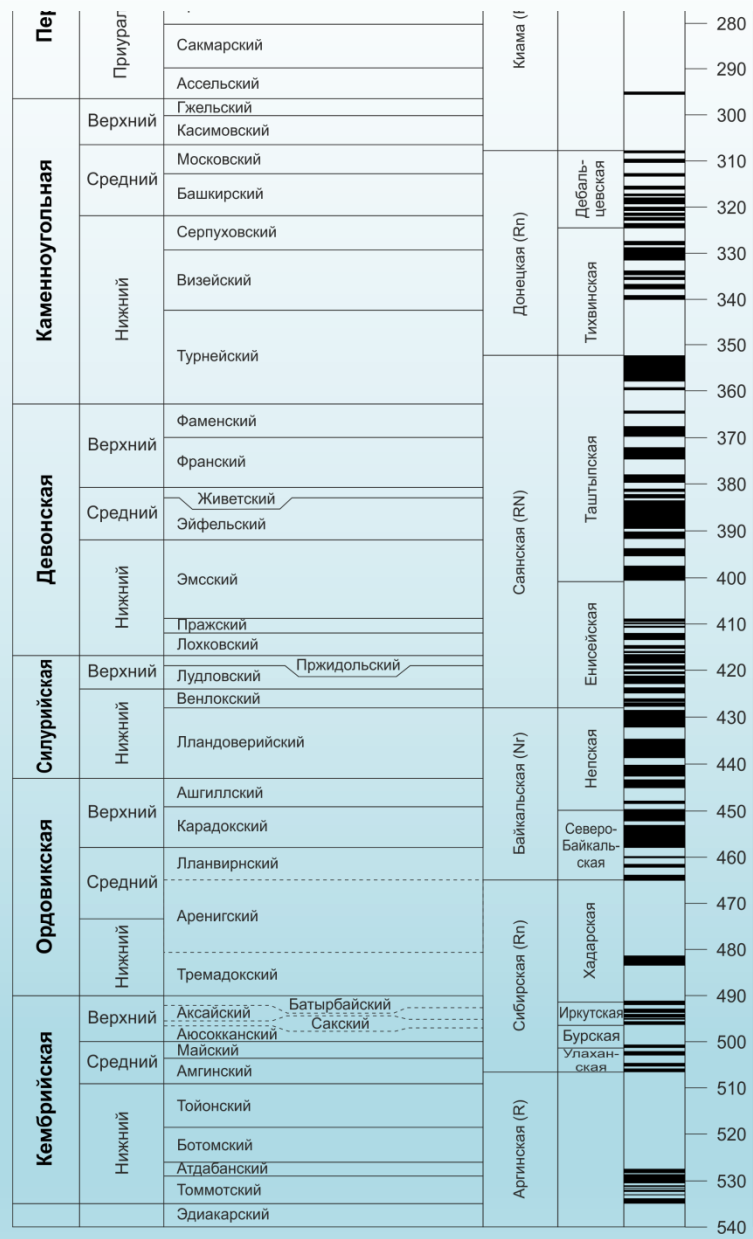
МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ СТРАТИГРАФИЧЕСКИЙ КОМИТЕТ РОССИИ

ДОПОЛНЕНИЯ К СТРАТИГРАФИЧЕСКОМУ КОДЕКСУ РОССИИ

Издательство ВСЕГЕИ
Санкт-Петербург • 2000



П Р И Н Я Т О Г О Р А З Д Е Л Е Н И Я Н Е Т



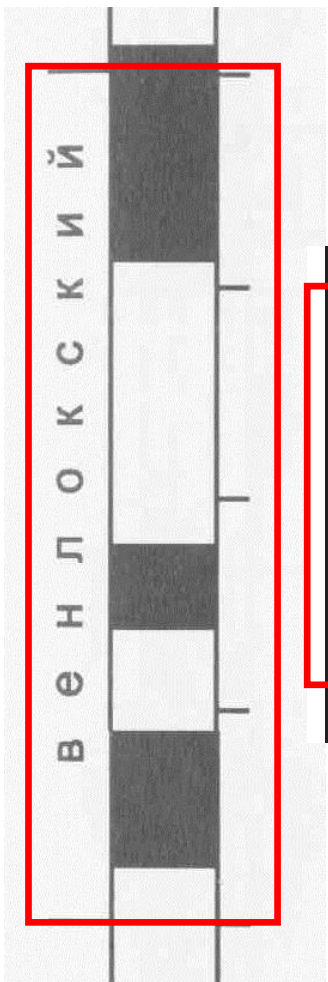
Общая магнитостратиграфическая шкала фанерозоя [Дополнения ..., 2000].

Общая магнитостратиграфическая шкала не актуализировалась более 15 лет, с момента своего опубликования.

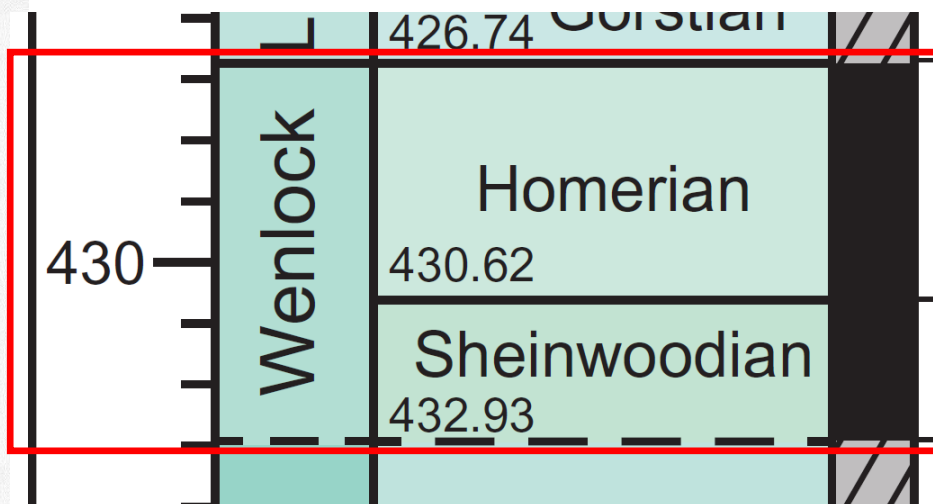
Изменились представления о положении многих ярусных рубежей относительно геомагнитных инверсий в связи с утверждением новых точек глобальных стратотипов границ (TGSG, GSSP, "золотых гвоздей").

В настоящее время фиксируются существенные различия в палеомагнитной структуре ряда одновозрастных интервалов.

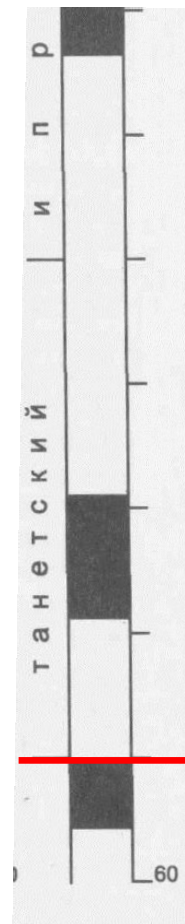
ОМСШ
(Дополнения ..., 2000)



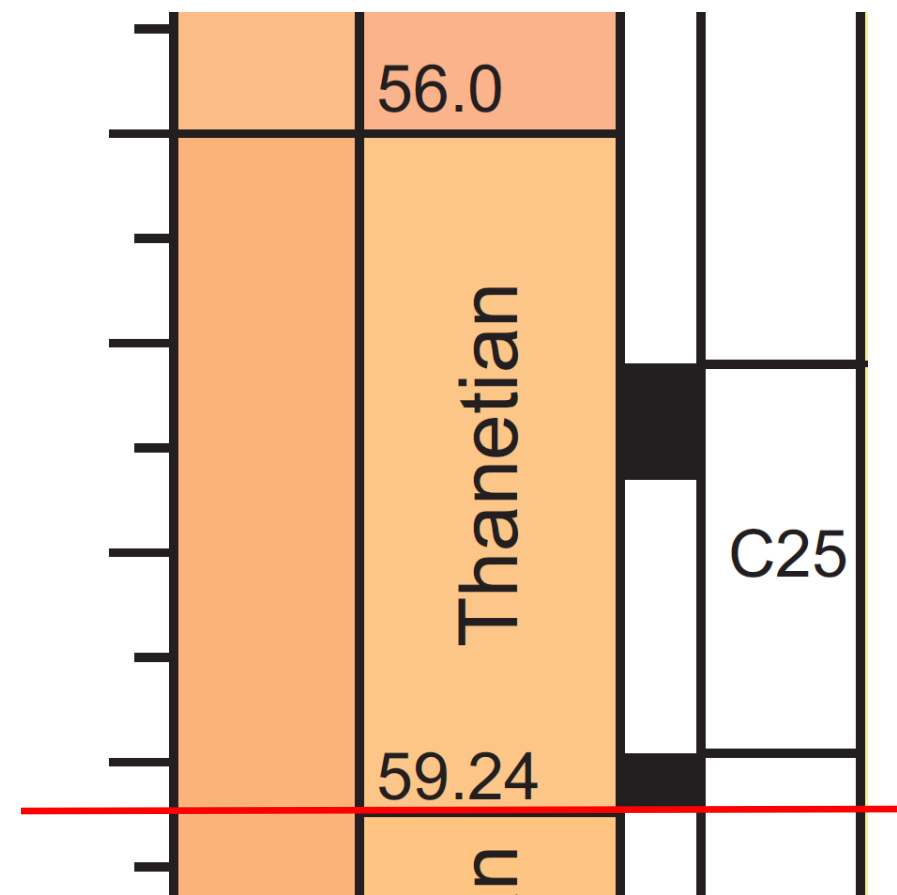
GPTS
(Gradstein et al., 2020)



ОМСШ
(Дополнения ..., 2000)



GPTS
(Gradstein et al., 2020)



ОМСШ (Дополнения ..., 2000)

маастрихтский

маастрихтский

кампанский

70

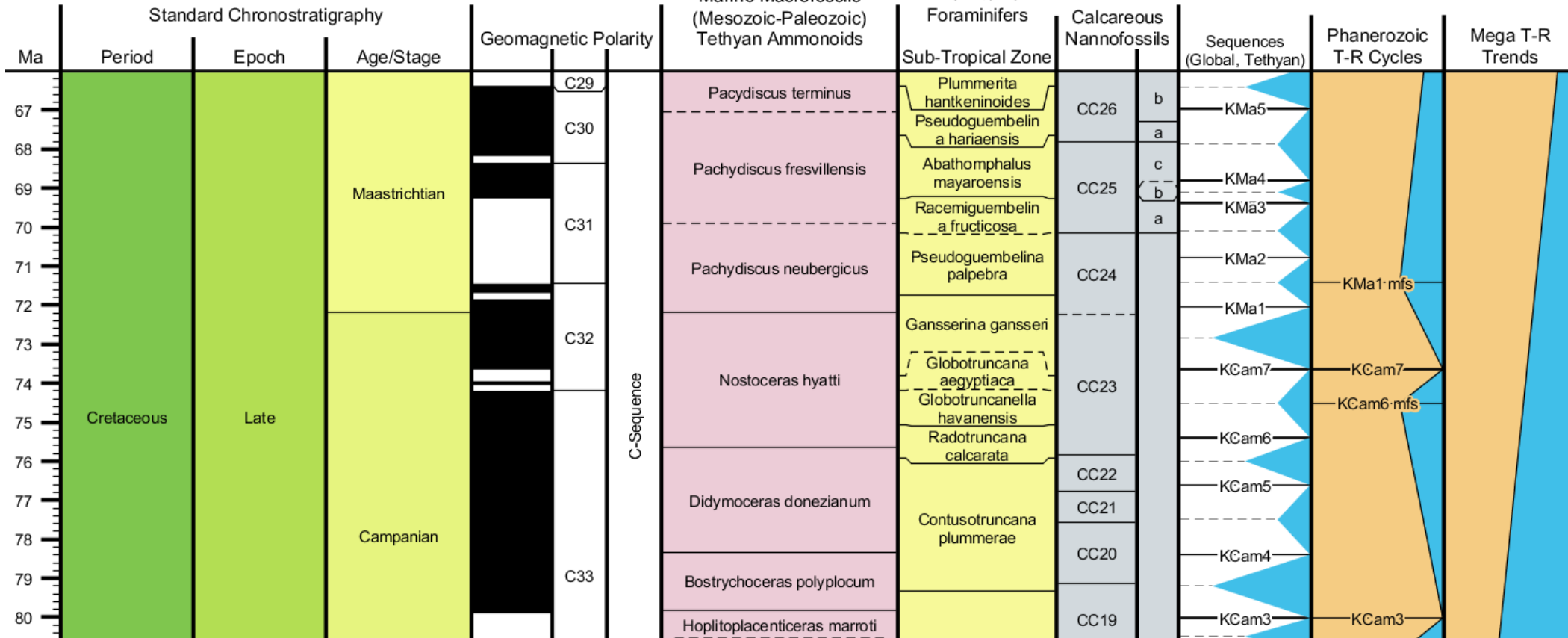
70

80



TimeScale Creator GTS2020 chart

Phanerozoic Sequences and Major Trends



В шкале геологического времени границы магнитных хронов увязаны с детальными стратиграфическими подразделениями по разным палеонтологическим группам, с изотопными данными, глобальными трансгрессивно-регрессивными циклами и другими геологическими событиями, в то время как в общей магнитостратиграфической шкале магнитозоны увязаны только с ярусными границами.

Решаемые стратиграфические задачи:

- Детальное расчленение и корреляция разрезов.
- Выявление перерывов в осадконакоплении и оценка их длительности.
- Обоснование границ стратиграфических подразделений (местных, региональных и общих).
- Расчеты скоростей осадконакопления.

СТРАТИГРАФИЧЕСКИЙ КОДЕКС

МСК

ВСЕГЕИ

СТРАТИГРАФИЧЕСКИЙ КОДЕКС



СЕРИЯ МЕТОДИЧЕСКИХ РУКОВОДСТВ
ПО ГЕОДИНАМИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ
ПРИ ГЕОЛОГИЧЕСКОМ КАРТИРОВАНИИ

МАГНИТОСТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ ОСАДОЧНЫХ ТОЛЩ

Москва • 1996

**СТРАТИГРАФИЧЕСКИЙ
КОДЕКС**



СЕРИЯ МЕТОДИЧЕСКИХ РУКОВОДСТВ
ПО ГЕОДИНАМИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ
ПРИ ГЕОЛОГИЧЕСКОМ КАРТИРОВАНИИ

**МАГНИТОСТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ
КОРРЕЛЯЦИЯ
ОСАДОЧНЫХ ТОЛЩ**

Москва • 1996

Э.А. МОЛОСТОВСКИЙ, А.Н. ХРАМОВ

**МАГНИТОСТРАТИГРАФИЯ
И
ЕЁ ЗНАЧЕНИЕ В ГЕОЛОГИИ**



СТРАТИГРАФИЧЕСКИЙ КОДЕКС



СЕРИЯ МЕТОДИЧЕСКИХ РУКОВОДСТВ
ПО ГЕОДИНАМИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ
ПРИ ГЕОЛОГИЧЕСКОМ КАРТИРОВАНИИ

МАГНИТОСТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ
КОРРЕЛЯЦИЯ
ОСАДОЧНЫХ ТОЛЩ

Москва • 1996

Э.А. МОЛОСТОВСКИЙ, А.Н. ХРАМОВ

МАГНИТОСТРАТИГРАФИЯ И ЕЁ ЗНАЧЕНИЕ В ГЕОЛОГИИ



Методика магнитостратиграфических исследований и достижения магнитостратиграфии XX века обобщены в ряде монографий.

MAGNETIC STRATIGRAPHY

NEIL D. OPDYKE

JAMES E. T. CHANNELL

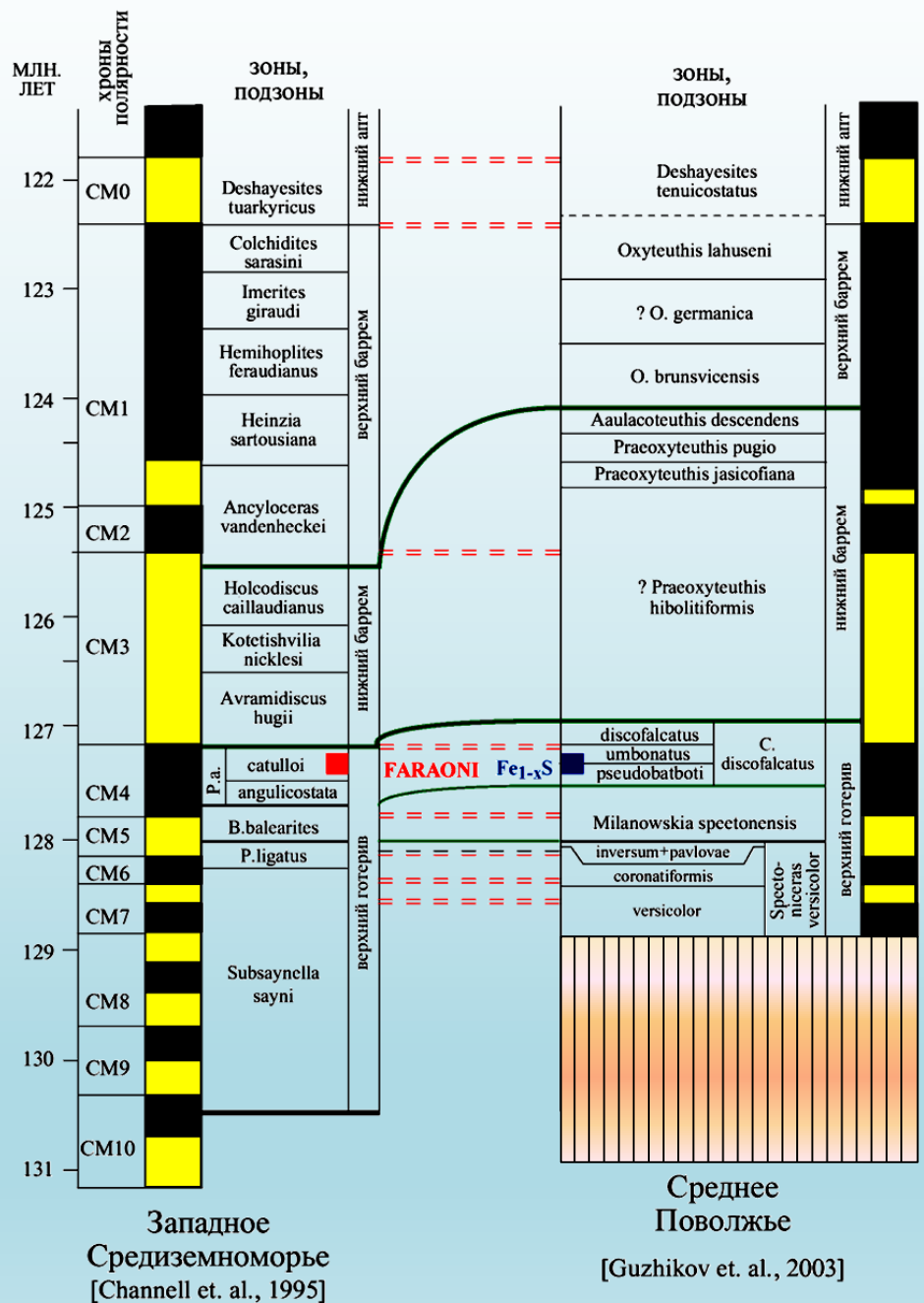


INTERNATIONAL GEOPHYSICS SERIES, VOLUME 64



В XXI веке, в связи с ярко выраженной тенденцией современной стратиграфии к интеграции разных методов, у магнитостратиграфии появились новые функции, среди которых важнейшими представляются следующие:

- 1) Палеомагнитный метод в массовом порядке стал использоваться для контроля диахронности стратиграфических границ.**
- 2) Палеомагнитная характеристика является одним из обязательных требований, предъявляемых к разрезам – точкам глобального стратотипа границы (ТГСГ, GSSP, «золотые гвозди»), играющие ключевую роль в современной стратиграфии.**
- 3) Палеомагнитные критерии стали привлекаться для обоснования границ подразделений Международной и Общей стратиграфических шкал, и эта тенденция продолжает развиваться.**



- Границы:**
- ==== изохронные (палеомагнитные)
 - биостратиграфические
 - ▨ стратиграфические перерывы
- Стратиграфическая корреляция с учетом палеомагнитных данных**
- а - достоверная
 - б - предполагаемая
- Полярность:**
- - прямая
 - - обратная

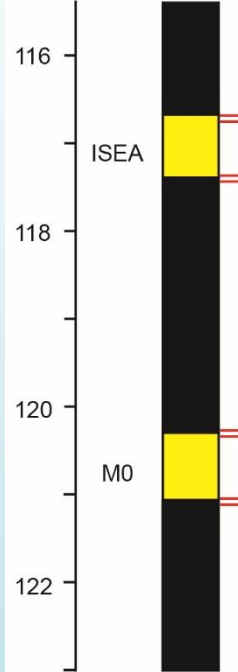
FARAONI - уровень аноксического события в североитальянских разрезах [Baudin, 2003], **Fe_{1-x}S** - уровень, обогащенный пирротинном, грейгитом на Русской плите.

Магнитохронологическая калибровка зональных шкал готерива-баррема Среднего Поволжья и Западного Средиземноморья.

[Гужиков, Барабошкин, 2006]

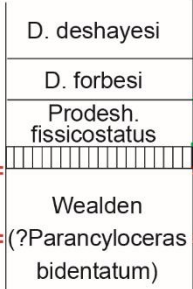
[Гужиков, Барабошкин, 2006]

хроны
полярности



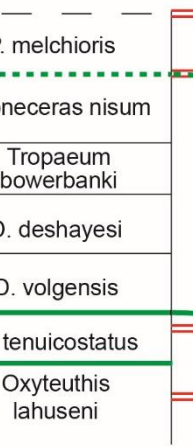
[Channell et al., 1995; Erba et al., 1996]

зоны



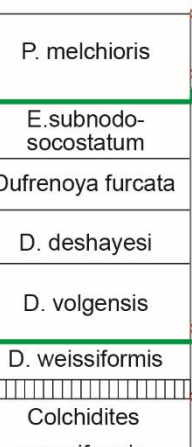
Южная Англия
[Kerth, Nailwood, 1988]

зоны



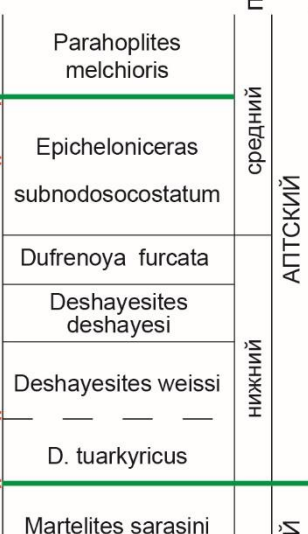
Среднее Поволжье
[Guzhikov et al., 2003]

зоны



Северный Кавказ
[Guzhikov, Eremin, 1999]

зоны



Западное Средиземноморье
[Channell et al., 1995; Erba et al., 1996]

изменения уровня
Мирового океана

[Haq et al., 1988]



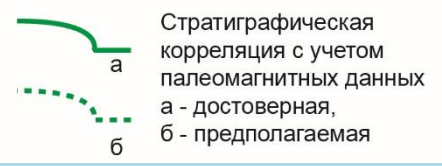
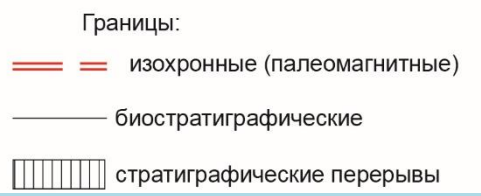
подъярус
ярус

средний
нижний
верхний

АПТСКИЙ
БАРЕМСКИЙ

Большой Балхан

верхний баррем



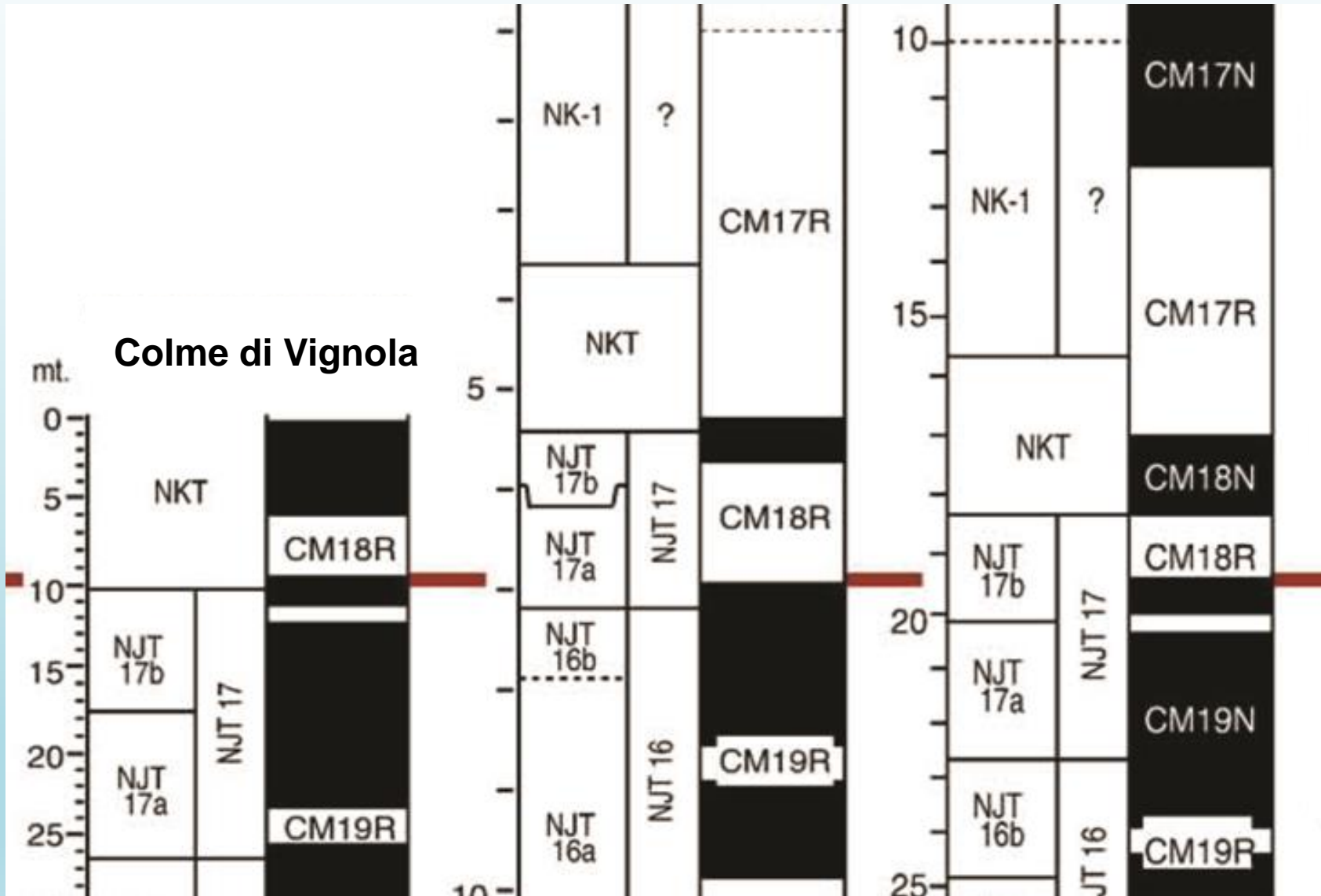
На основе палеомагнитной корреляции можно оценить диахронность границ аптских зон в разных регионах.

Подосва зоны *D. tuarkyricus* в Средиземноморье совпадает с основанием хрона M0, а на Большом Балхане расположена ниже геомагнитной инверсии. На Северном Кавказе нижняя граница зоны *D. volgensis* приурочена к верхам хрона M0, а в Среднем Поволжье основание *D. volgensis* (также как и подошва ее западноевропейского аналога - *D. forbesi* в Англии) расположено выше M0, в пределах прямой полярности. Временной сдвиг имеет порядок сотен тысяч – миллиона лет, что сопоставимо с длительностью аммонитовой зоны. Аналогичная картина с временным намечается и для подошвы зоны *P. melchioris*.

Подобным образом палеомагнитные данные можно использовать для обоснования и оценки степени диахронности границ местных и региональных стратиграфических подразделений (пачек, толщ, свит, горизонтов).

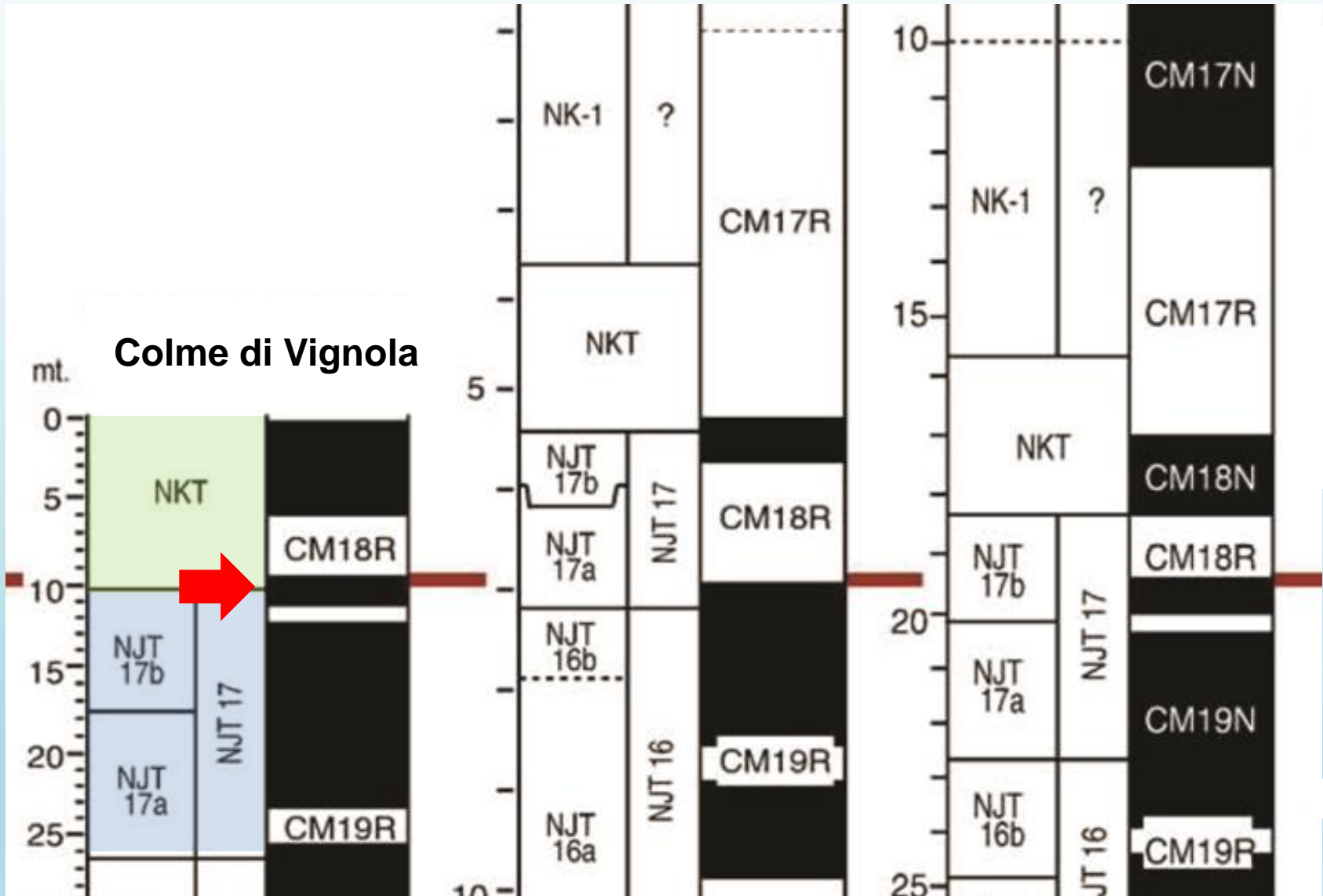
Colme di Vignola

Foza



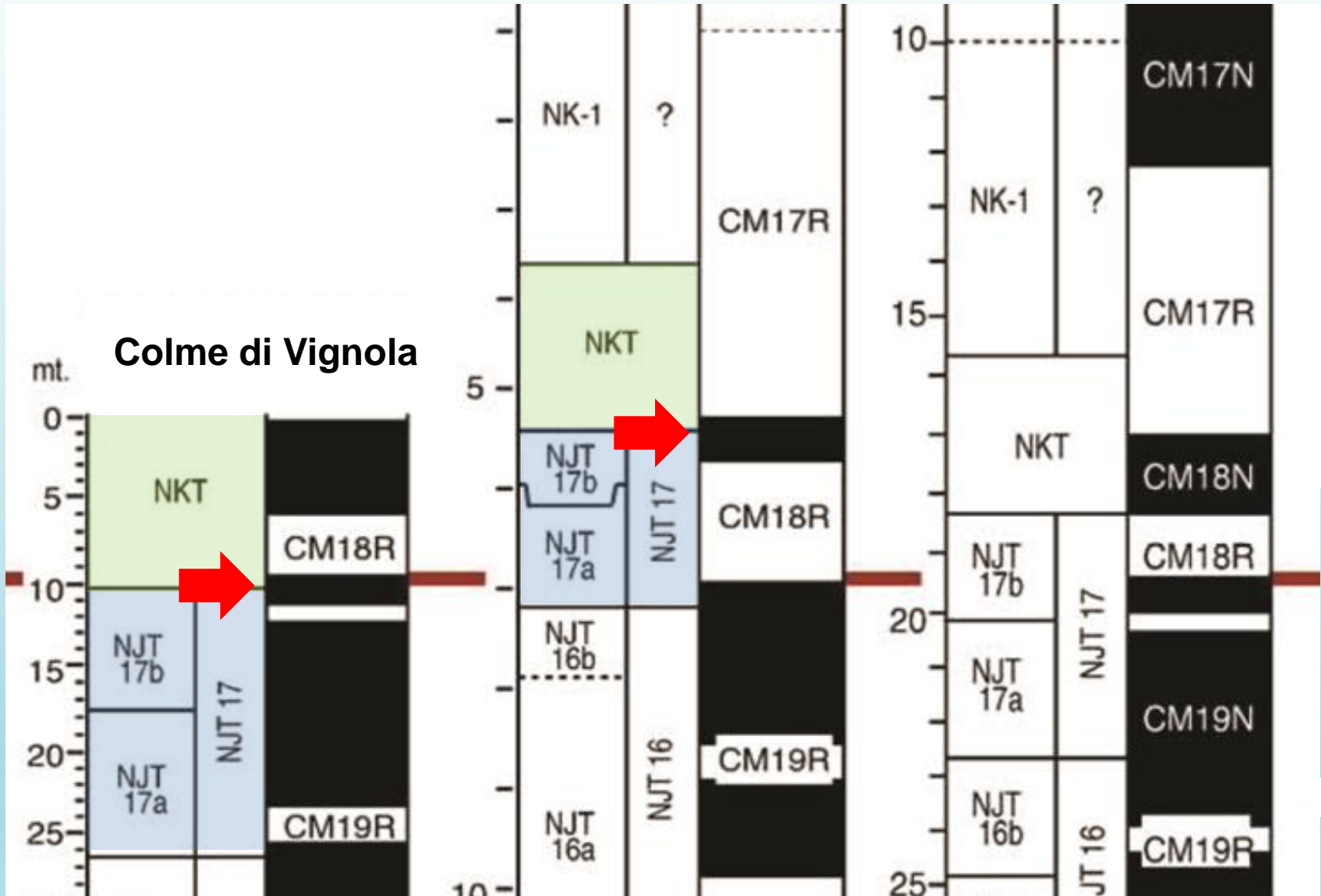
Colme di Vignola

Foza



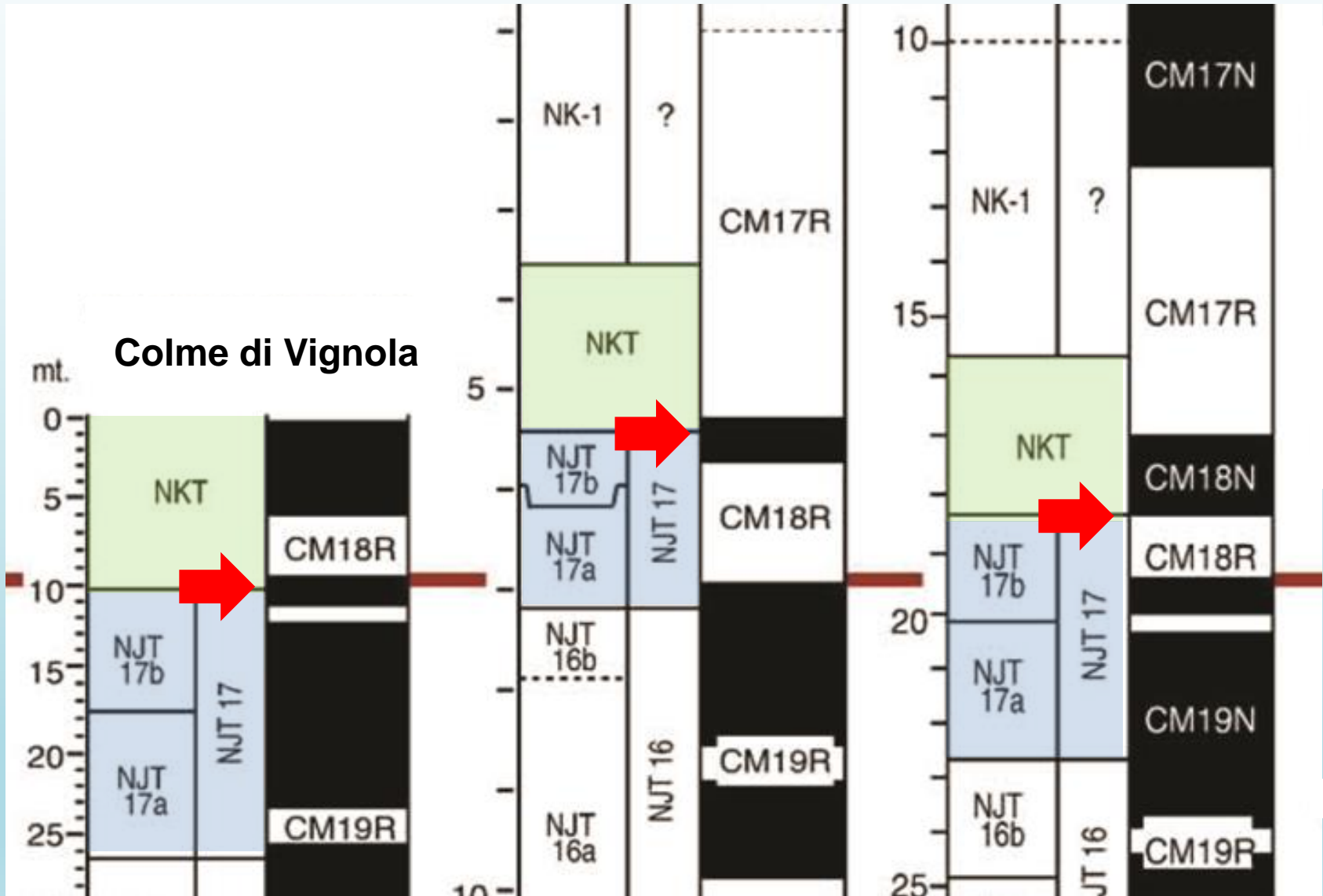
Colme di Vignola

Foza



Colme di Vignola

Foza



[Channell et al., 2010]

Диахронность нижней границы зоны NKT по известковому наннопланктону в разрезах на территории Северной Италии.

МОДЕЛЬ ОБРАЗОВАНИЯ ОРИЕНТАЦИОННОЙ НАМАГНИЧЕННОСТИ ПРИ ИНВЕРСИИ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

(по М.И.Малахову, 2005)

ПОЛЯ

НАПРАВЛЕНИЕ

ВОДА

полужидкий осадок

уровень блокирования намагниченности (lock-in)

консолидированный осадок

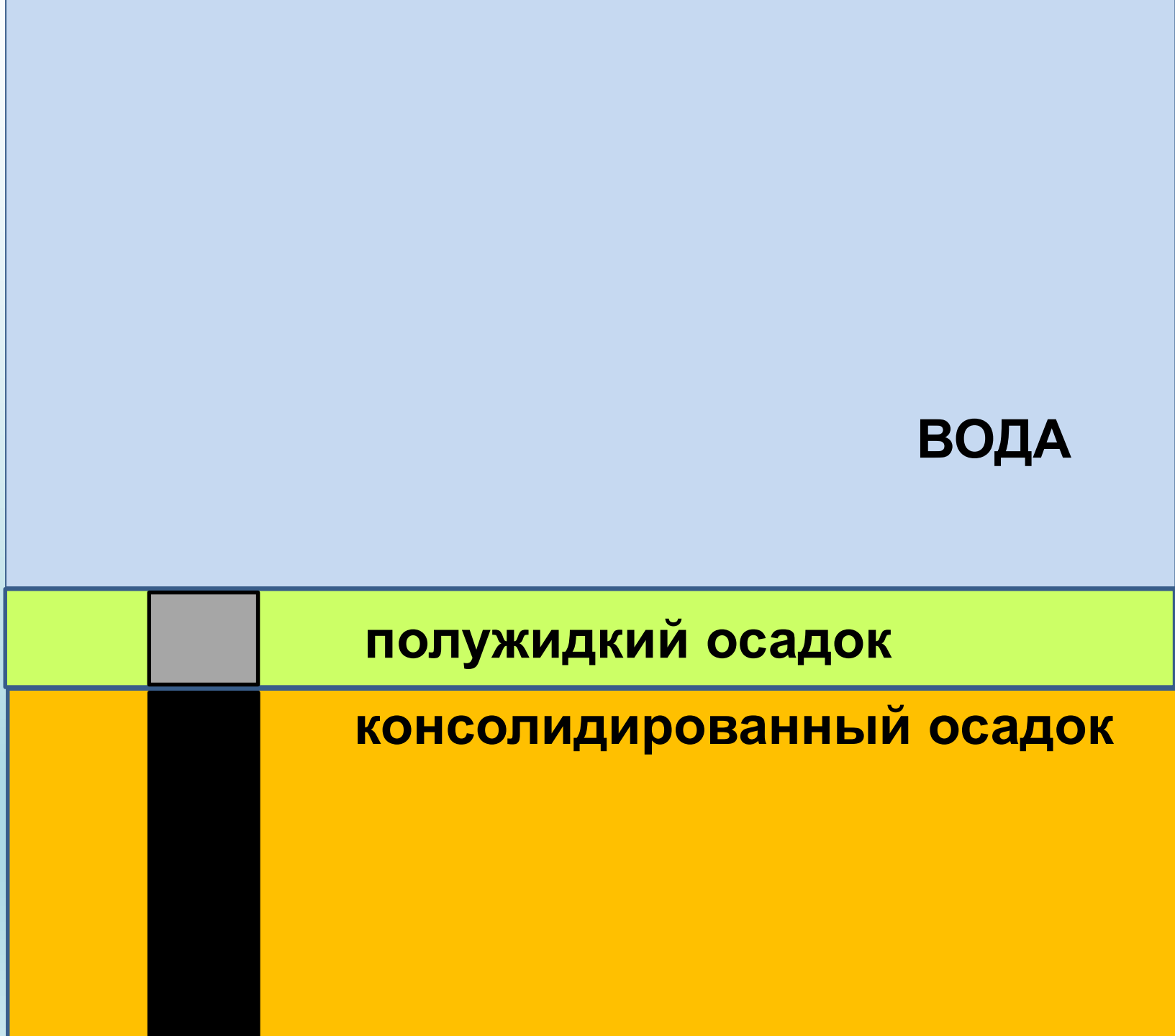
ПОЛЯ

НАПРАВЛЕНИЕ

ВОДА

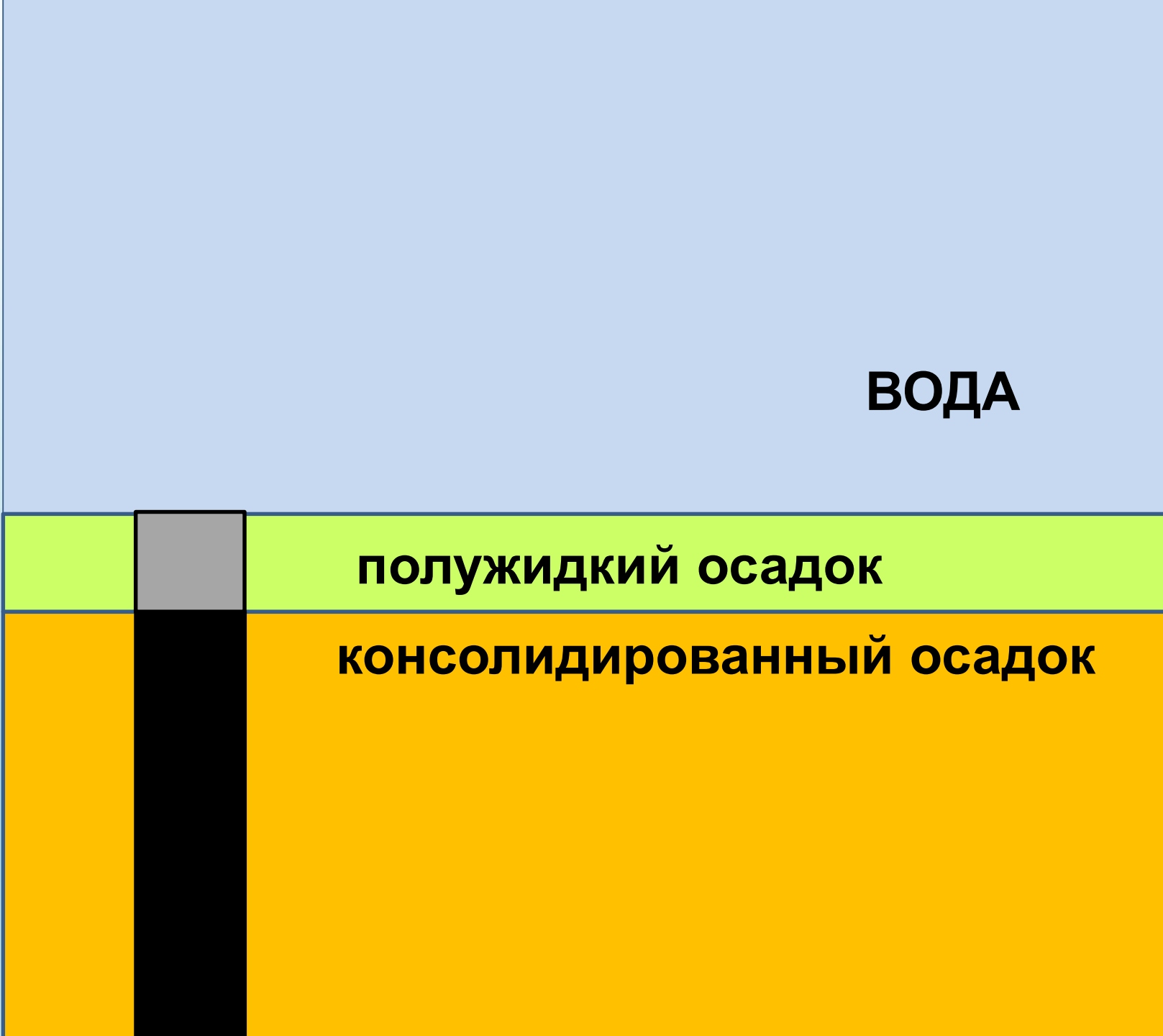
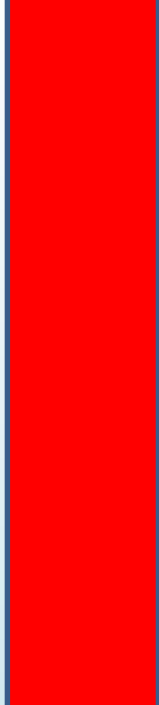
полужидкий осадок

консолидированный осадок



ПОЛЯ

НАПРАВЛЕНИЕ



ВОДА

полужидкий осадок

консолидированный осадок

ПОЛЯ

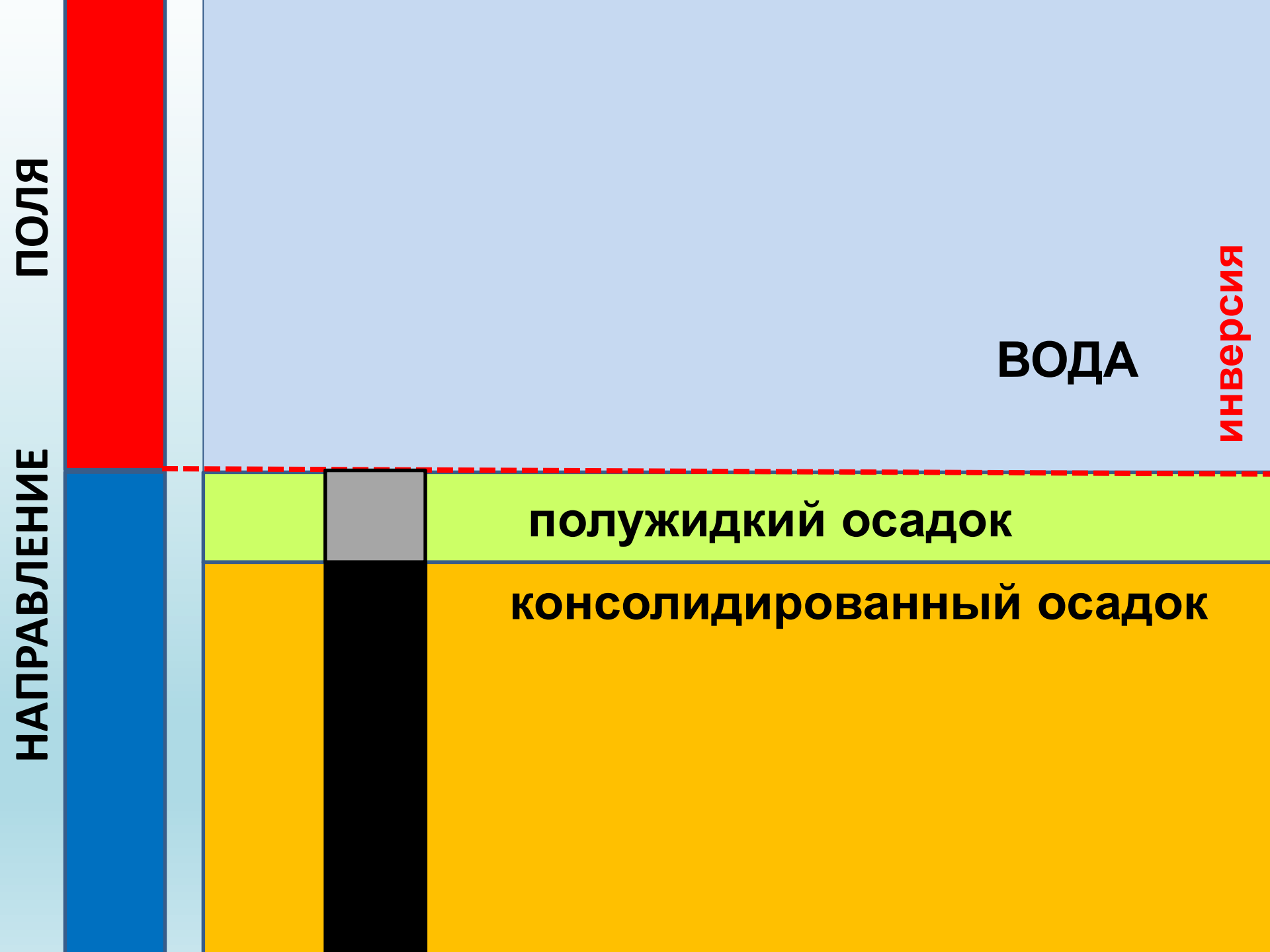
НАПРАВЛЕНИЕ

ВОДА

ИНВЕРСИЯ

полужидкий осадок

консолидированный осадок



ПОЛЯ

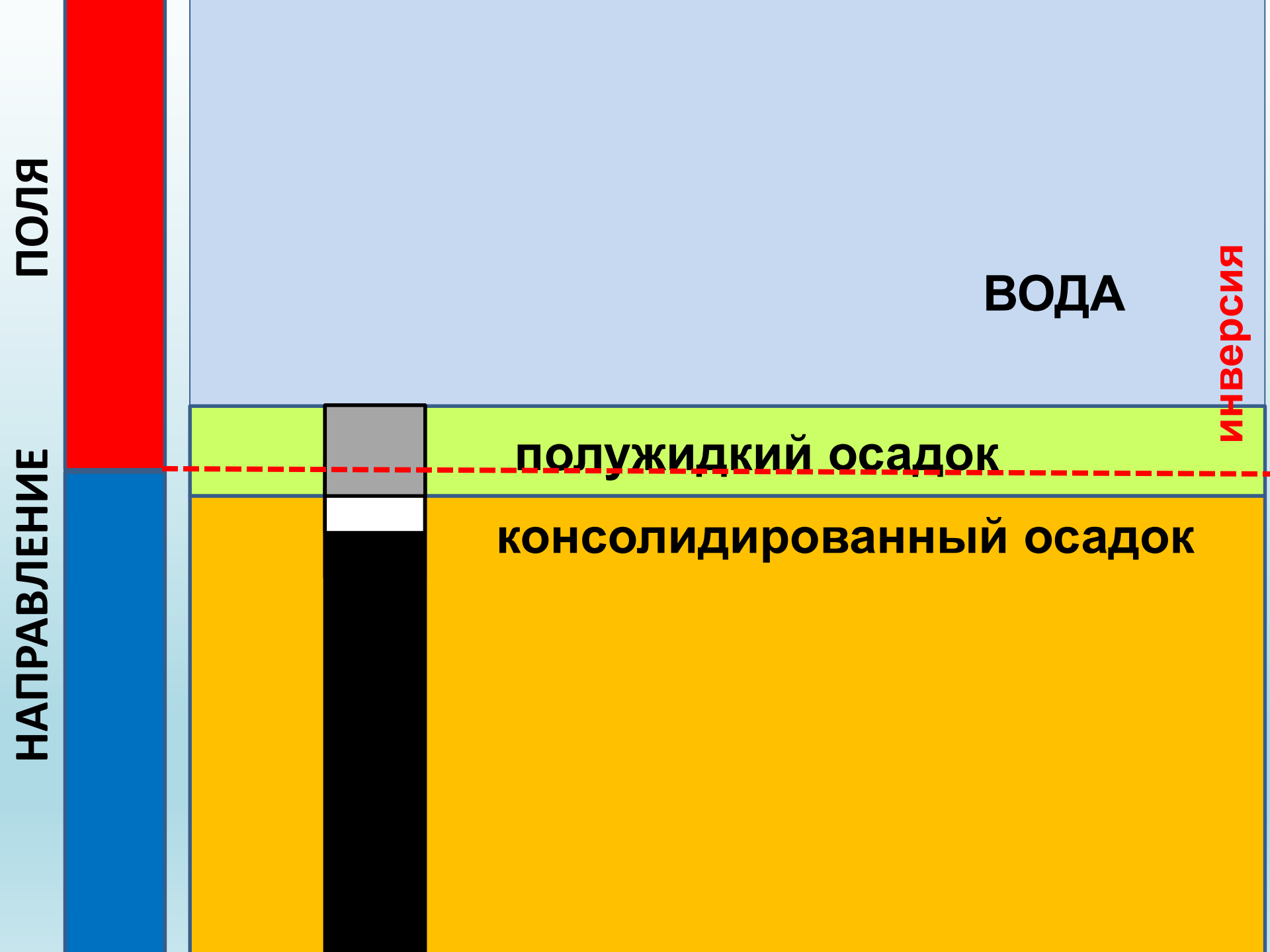
НАПРАВЛЕНИЕ

ВОДА

ИНВЕРСИЯ

полужидкий осадок

консолидированный осадок



ПОЛЯ

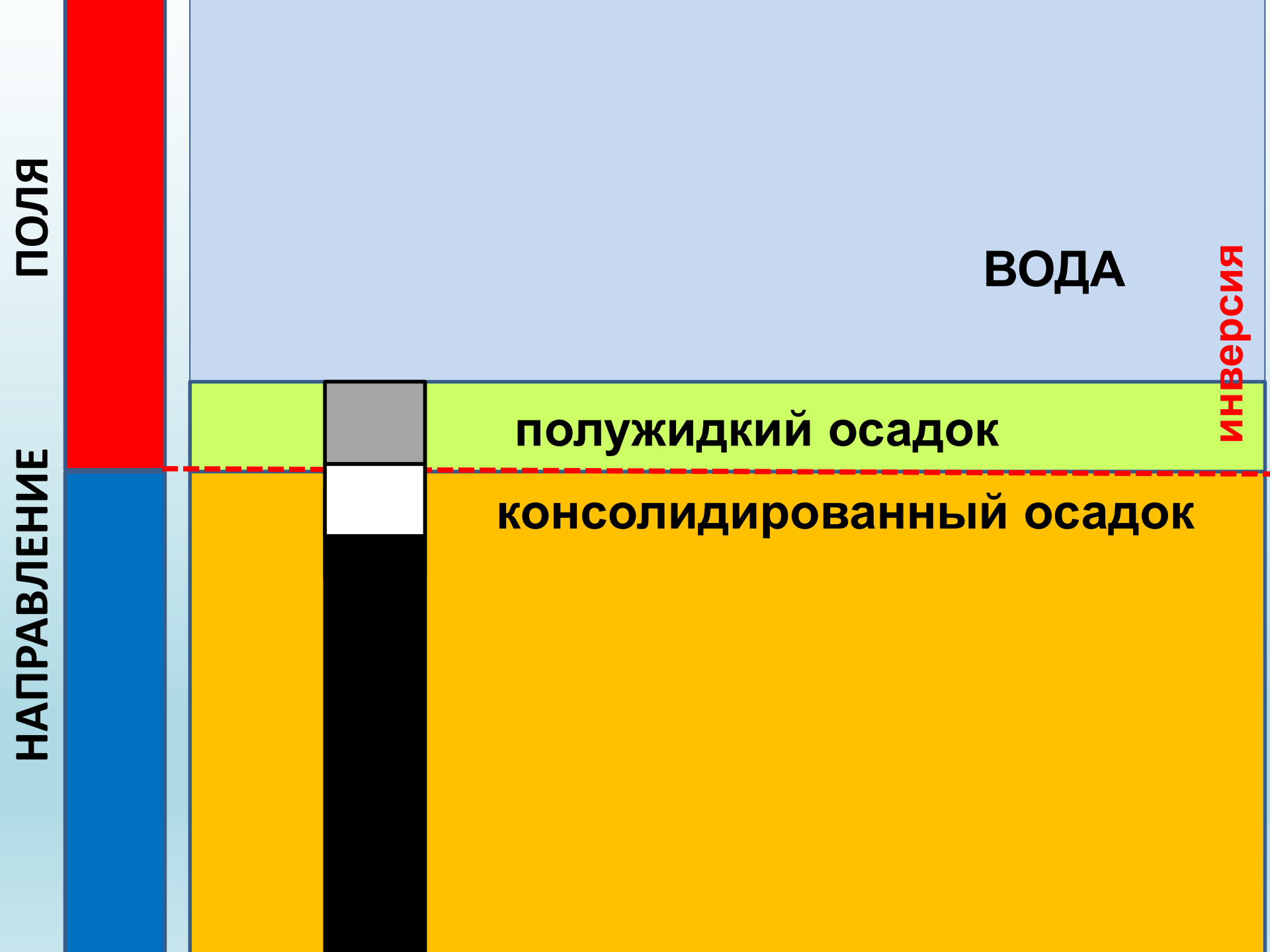
НАПРАВЛЕНИЕ

ВОДА

ИНВЕРСИЯ

полужидкий осадок

консолидированный осадок



ВОДА

полужидкий осадок

консолидированный осадок

ИНВЕРСИЯ



Механизм формирования седиментационной намагниченности может быть причиной диахронности самих палеомагнитных границ (уровней геомагнитных инверсий). Однако этот эффект актуален, в основном, для новейших отложений, учитывая, что длительность диагнеза варьирует от десятков до сотен тысяч лет (Геологический словарь, 2010).

ПОЛЯ

НАПРАВЛЕНИЕ

В Международной стратиграфической шкале (МСШ) «золотым гвоздем» фиксируется нижняя граница яруса. Прослеживание ярусной границы (уровня «золотого гвоздя») в глобальном масштабе рекомендуется проводить с применением руководящего корреляционного события (principal correlative event), на роль которого идеально подходят геомагнитные инверсии.

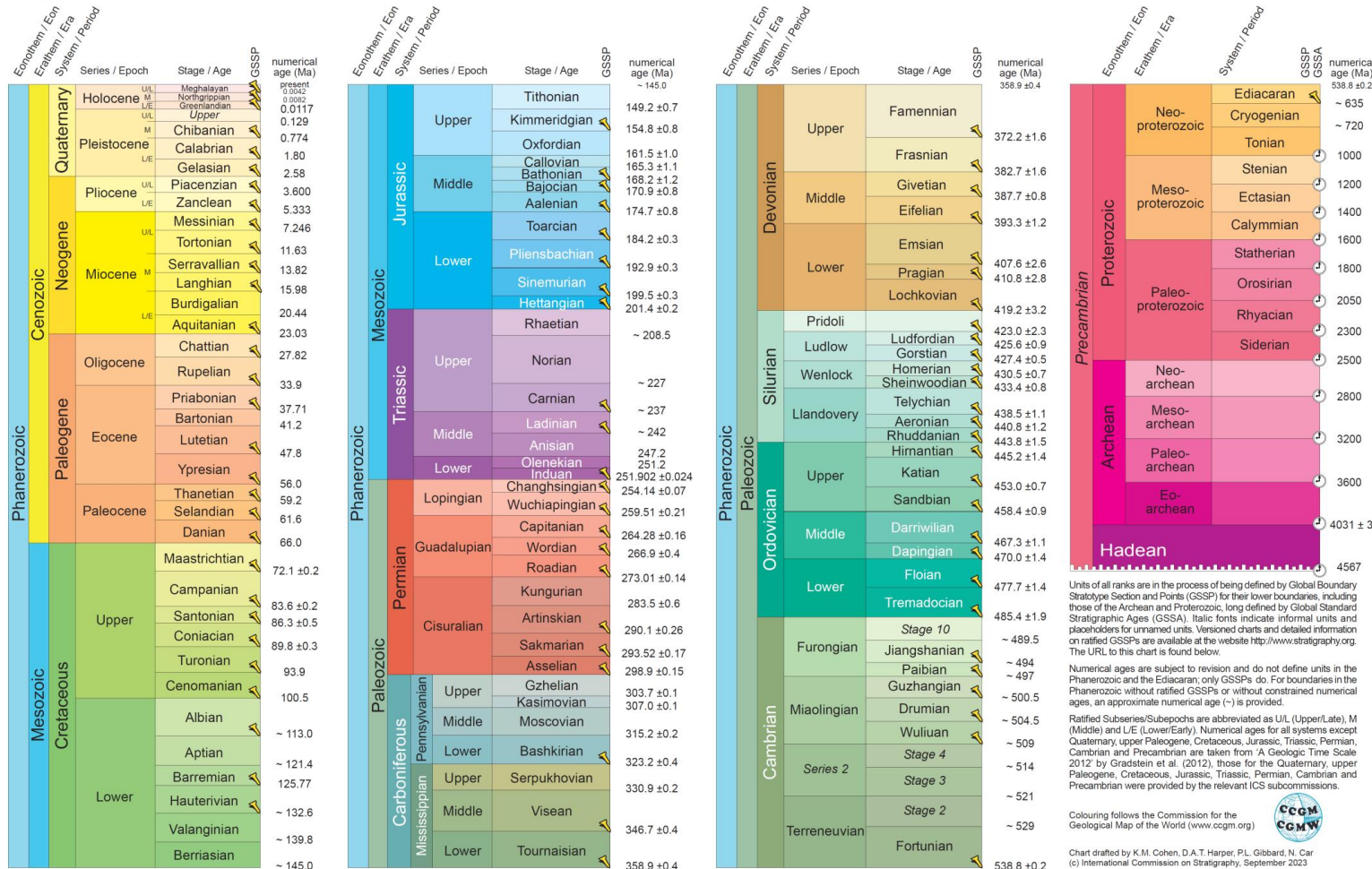


INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART

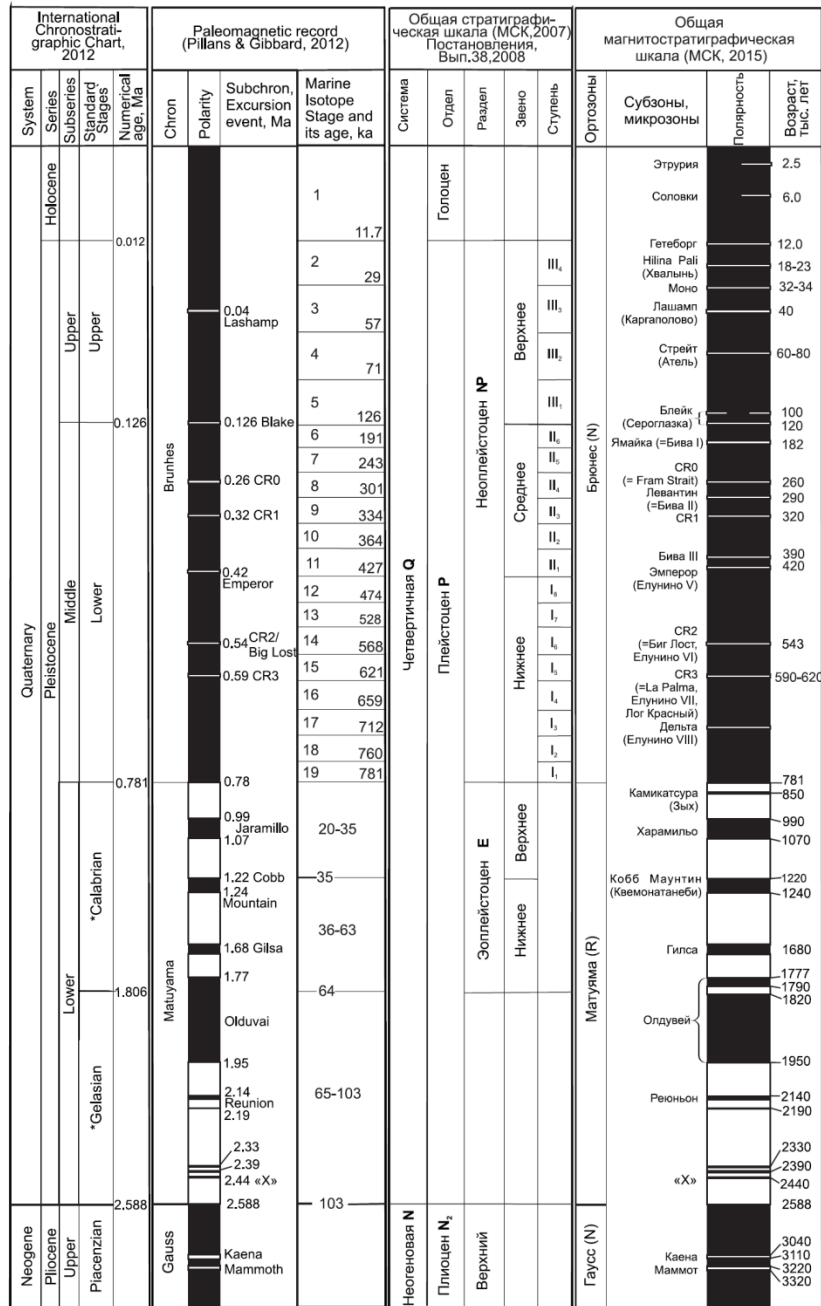
www.stratigraphy.org

International Commission on Stratigraphy

v 2023/09



Точка глобального стратотипа границы (global stratotype section and point) – ТГСГ (GSSP) – это уровень, выбранный в конкретном разрезе толщи пород в определенном географическом районе, являющийся стандартом для определения нижней границы каждого подразделения Общей стратиграфической шкалы. Символической маркировкой ТГСГ (GSSP) является «золотой гвоздь».

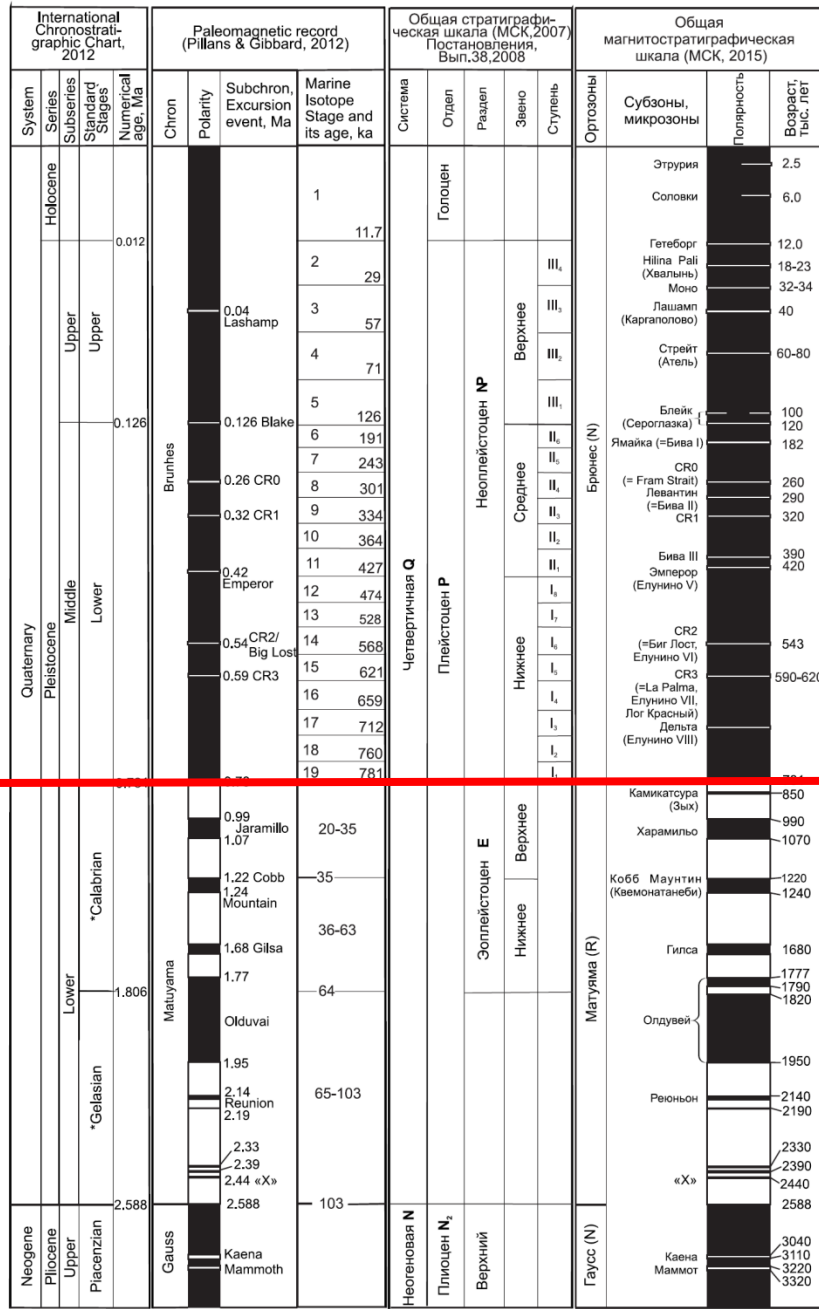


*Standard stage ratified by IUGS

□ обратная полярность

■ прямая полярность

Общая магнитостратиграфическая шкала полярности четвертичной системы, утвержденная на Бюро МСК 16.04.2015 г.

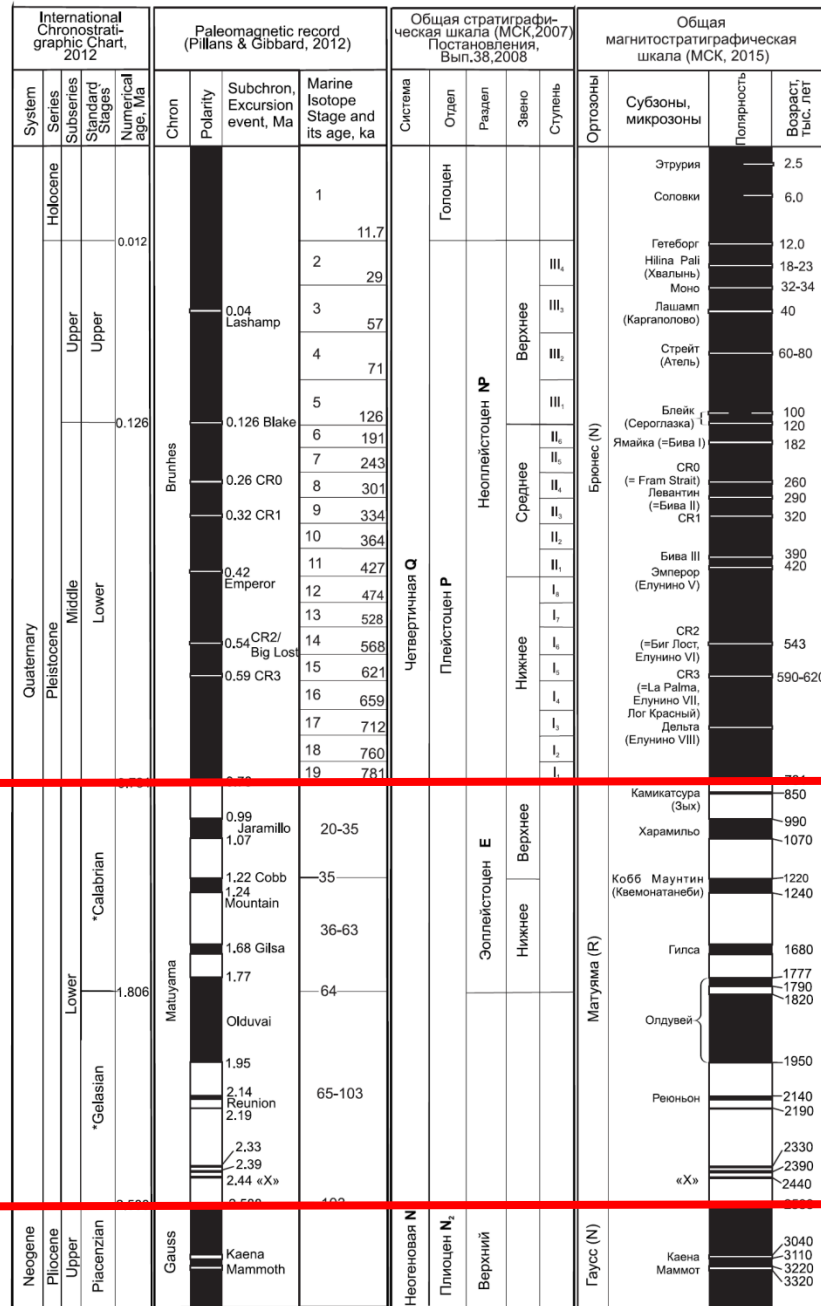


*Standard stage ratified by IUGS

□ обратная полярность

■ прямая полярность

Общая магнитостратиграфическая шкала полярности четвертичной системы, утвержденная на Бюро МСК 16.04.2015 г.

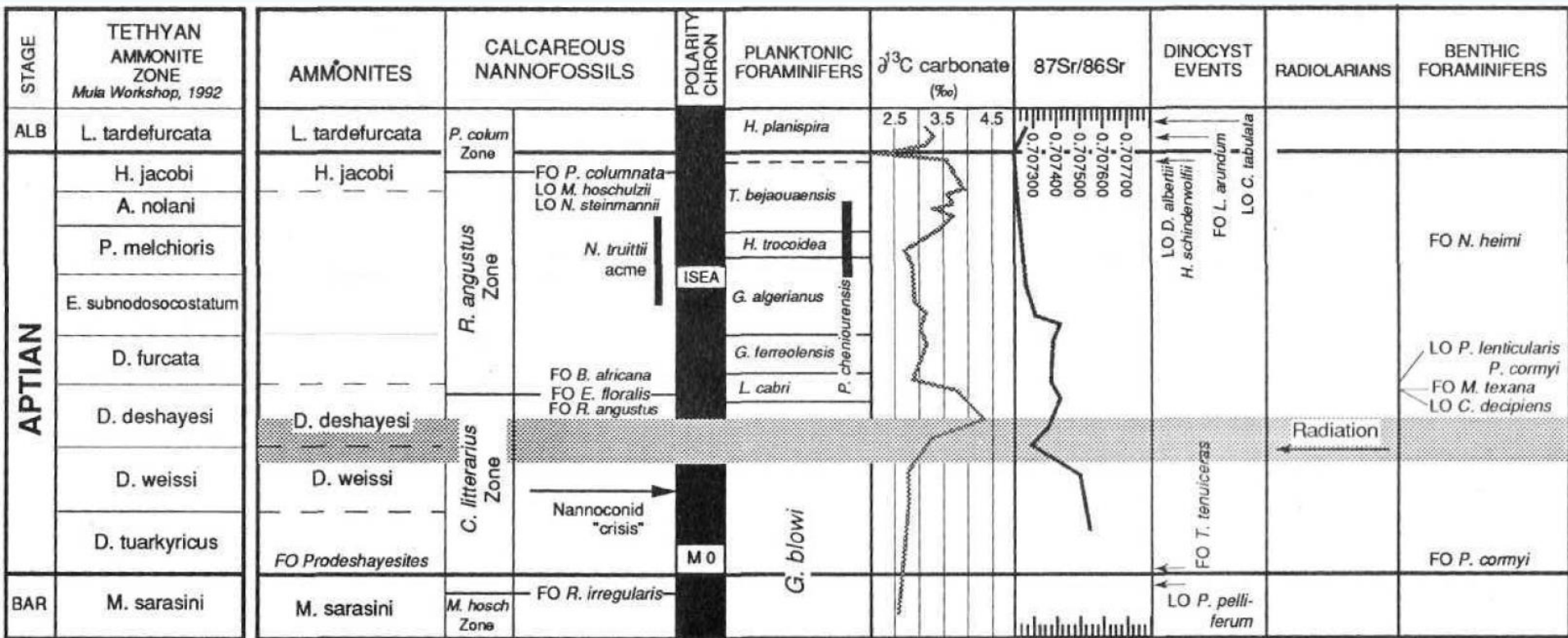


*Standard stage ratified by IUGS ◻ обратная полярность ◼ прямая полярность

Несмотря на отсутствие строгого теоретического обоснования, идея использования палеомагнитных критериев для определения границ общих стратиграфических подразделений уже претворена в жизнь. Например, инверсия Матуяма–Бронес используется для идентификации рубежа эо- и неоплейстоцена Общей стратиграфической шкалы - ОСШ (калabria–плейстоцена Международной стратиграфической шкалы - МСШ), а инверсия Гаусс–Матуяма – для границы неогена и квартера.

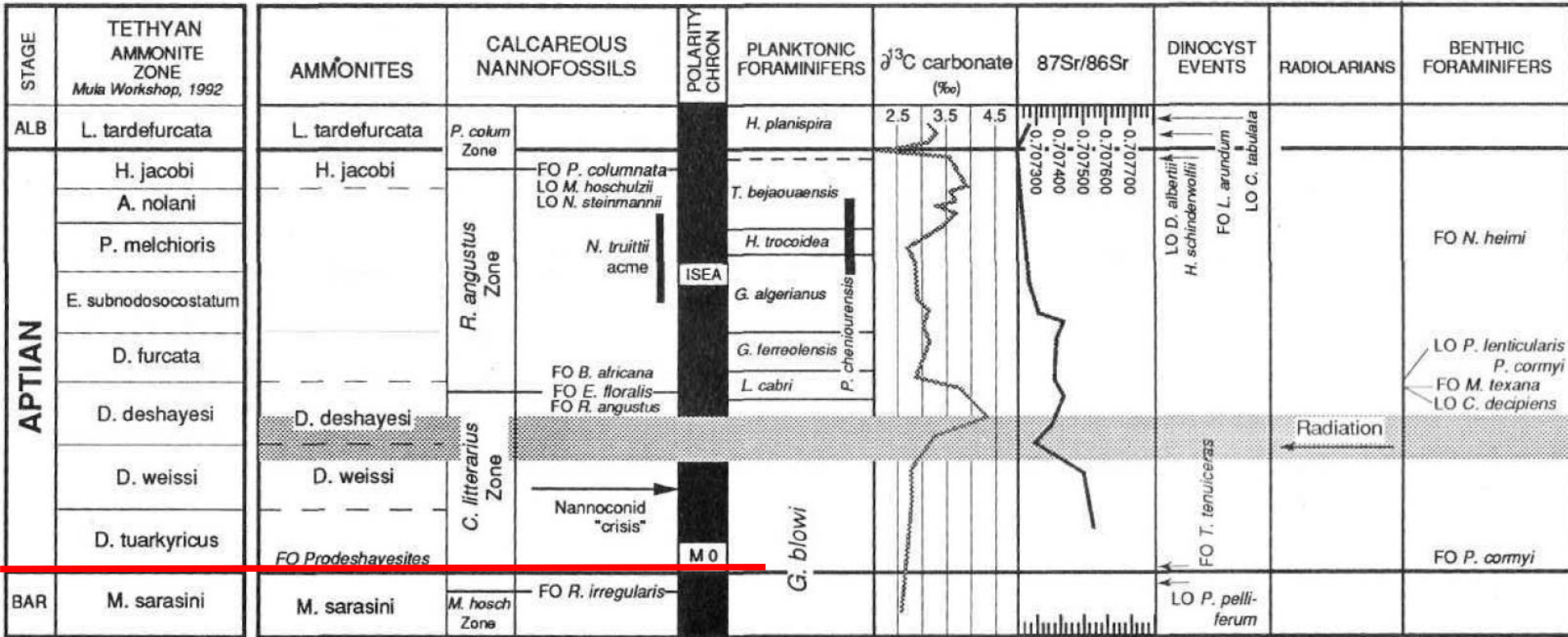
Общая магнитостратиграфическая шкала полярности четвертичной системы, утвержденная на Бюро МСК 16.04.2015 г.

Подошва хрона M0 рекомендована рабочей группой по аптскому ярусу в качестве одного из главных маркеров границы баррема-апта.



Erba E., Aguado R., Avram E., Baraboschkin E.J., Bergen J.A., Bralower T.J., Cecca F., Channell J.E.T., Coccioni R., Company M., Delanoy G., Erbacher J., Herbert T.D., Hoedemaeker P.J., Kakabadze M., Leereveld H., Lini A., Mikhailova I.A., Mutterlose J. The Aptian Stage // Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la terre. 1996. V. 66 (suppl.). P. 31-43.

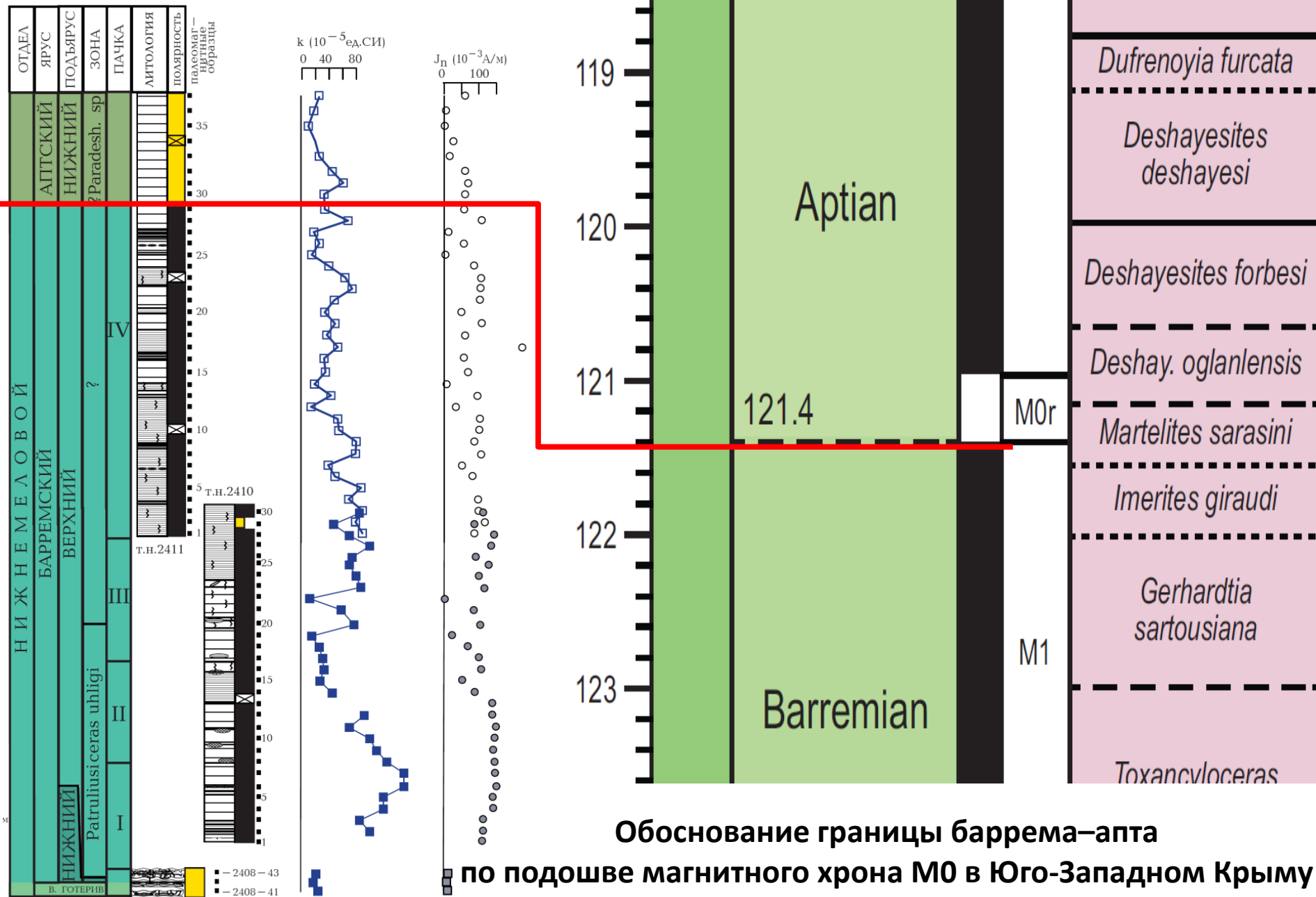
Подощва хрона М0 рекомендована рабочей группой по аптскому ярусу в качестве одного из главных маркеров границы барема-апта.



Erba E., Aguado R., Avram E., Baraboschkin E.J., Bergen J.A., Bralower T.J., Cecca F., Channell J.E.T., Coccioni R., Company M., Delanoy G., Erbacher J., Herbert T.D., Hoedemaeker P.J., Kakabadze M., Leereveld H., Lini A., Mikhailova I.A., Mutterlose J. The Aptian Stage // Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la terre. 1996. V. 66 (suppl.). P. 31-43.

**Магнитостратиграфический разрез
баррема-нижнего апта с. Верхоречье
(ЮЗ Крым) [Барабошкин и др., 2004]**

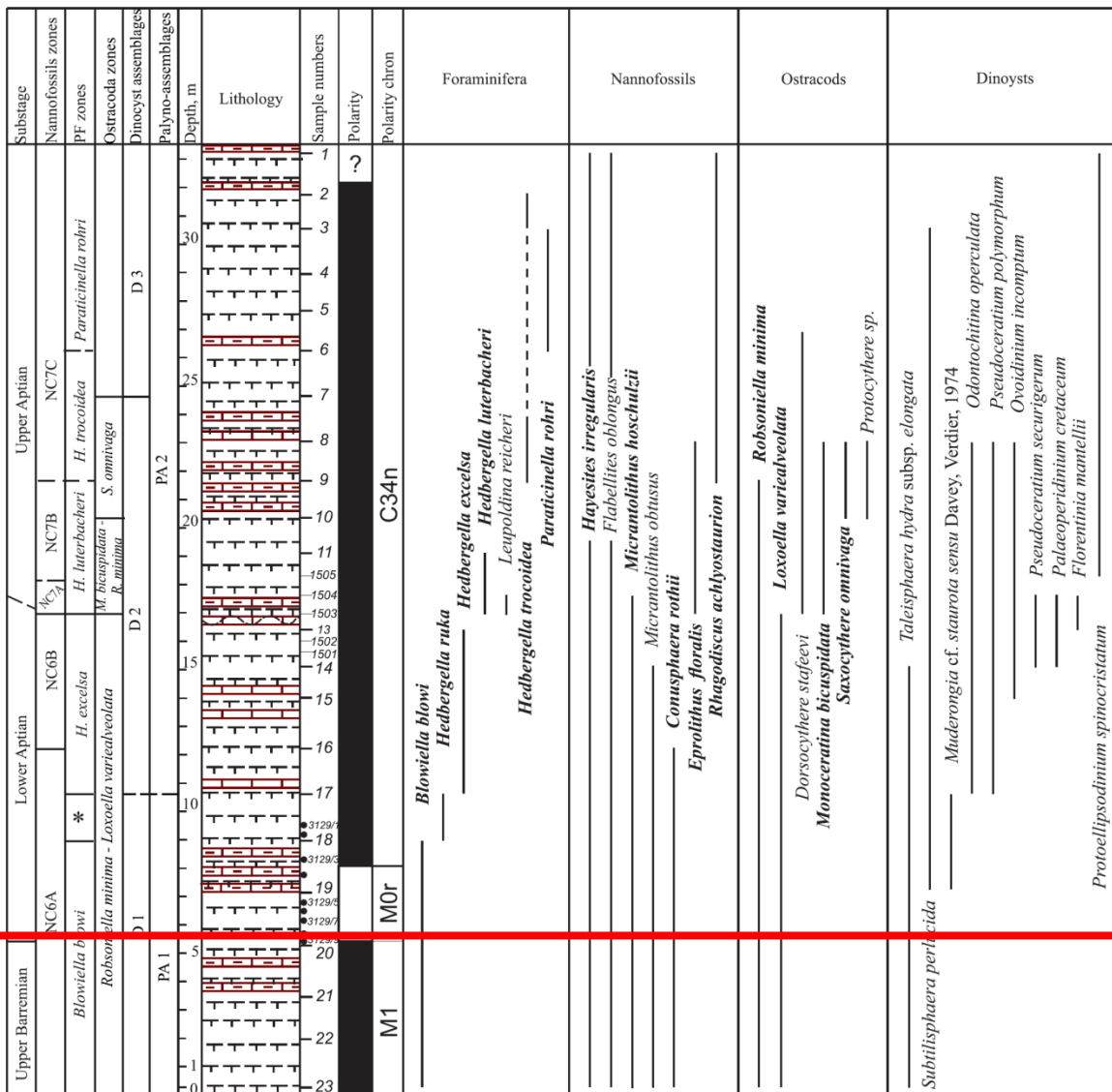
GTS-2020 [Gradstein et al., 2020]



Обоснование границы баррема–апта

по подошве магнитного хрона M0 в Юго-Западном Крыму

Обоснование границы баррема–апта по подошве магнитного хрона М0 в Юго-Восточном Крыму (Карпук et al., 2018).



* - *H. rukai* Bed

Integrated stratigraphy of the Upper Barremian–Aptian sediments from the south-eastern Crimea

MARIA S. KARPUK^{1,✉}, EKATERINA A. SHCHERBININA¹, EKATERINA A. BROVINA¹, GALINA N. ALEKSANDROVA¹, ANDREY YU. GUZHIKOV², ELENA V. SHCHEPETOVA¹ and EKATERINA M. TESAKOVA^{1,3}

¹Geological Institute of RAS, Pyzhevski Lane 7, Moscow, 119017, Russia, ✉maria.s.karpuk@gmail.com

²Saratov State University, Department of General Geology and Mineral Resources, Astrakhanskaya st. 83, Saratov, 410012, Russia

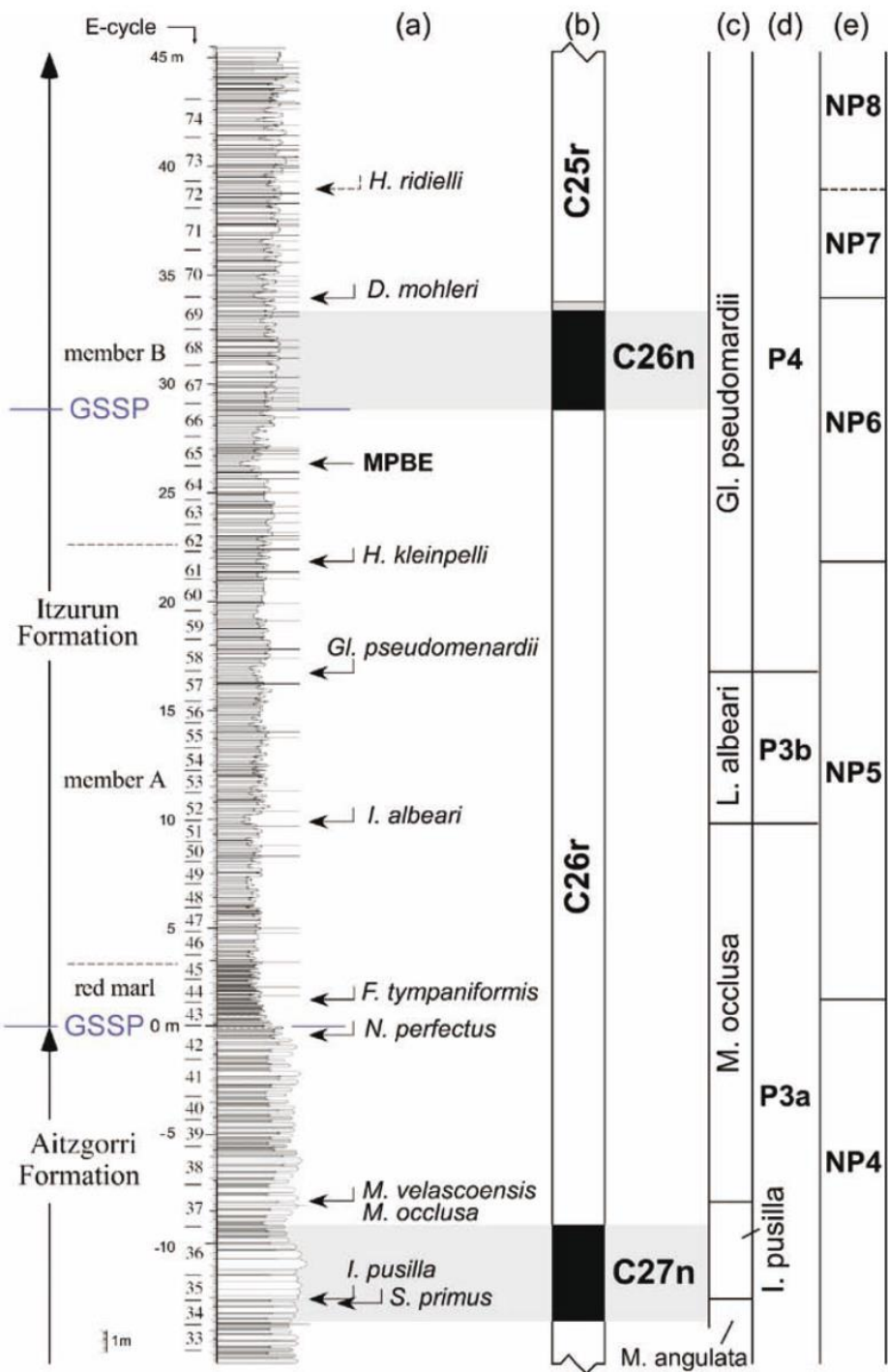
³Moscow State University, geological department, Vorobyovy Gory 1, Moscow, 123103, Russia

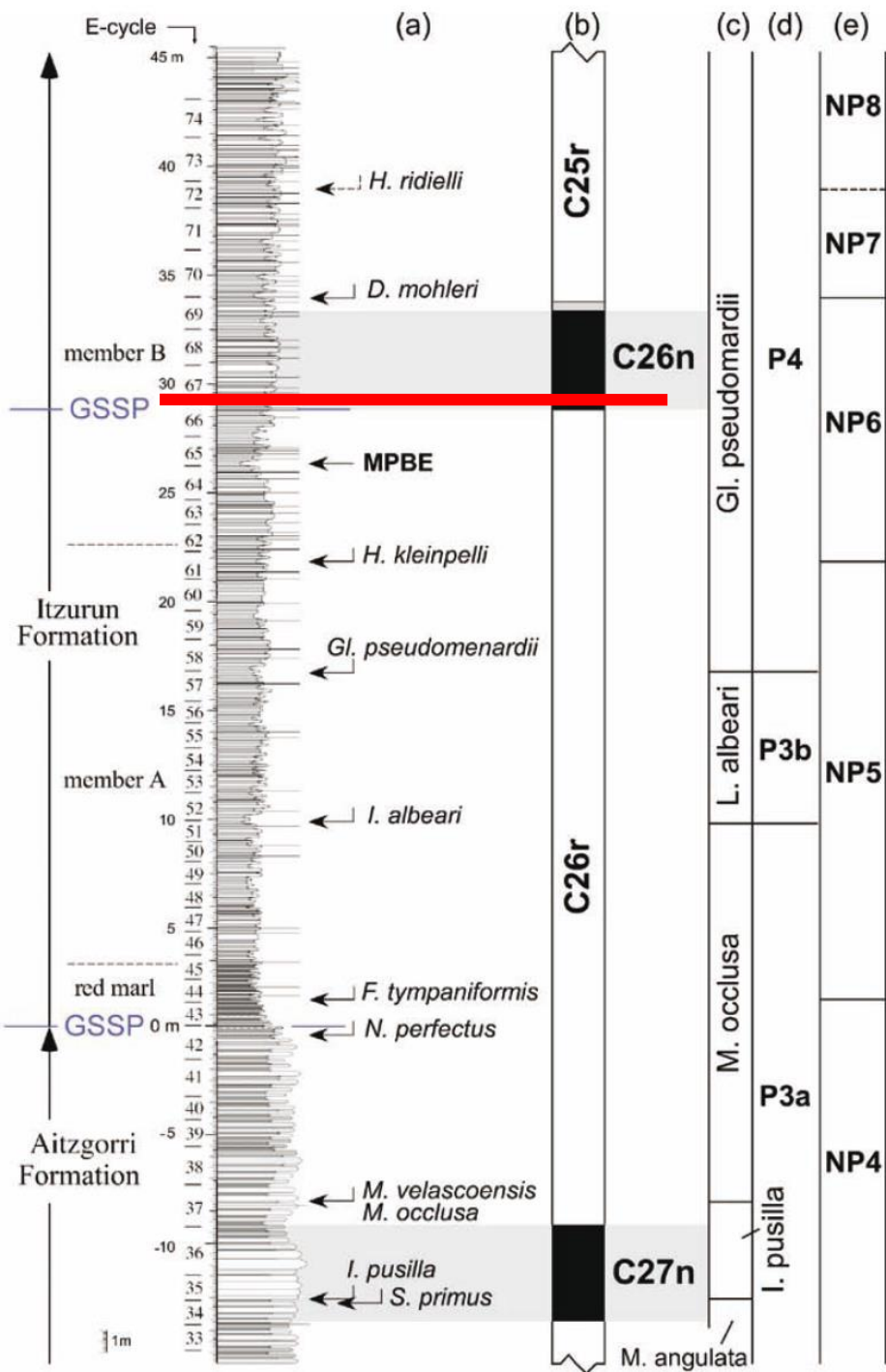
(Manuscript received February 7, 2018; accepted in revised form October 4, 2018)

Abstract: Previous studies made in different parts of the world have shown that Barremian–Aptian times imply many difficulties in deciphering the biostratigraphy, microfossil evolution and correlation of bioevents. In an attempt to improve our knowledge of this period in a particular area of the Tethyan realm, we present the first integrated study of microbiota (including planktonic foraminifera, calcareous nanofossils, ostracods and palynomorphs) and magnetostratigraphy of the upper Barremian–Aptian sediments from south-eastern Crimea. The nanofossils display the classical Tethyan chain of bioevents in this interval, while the planktonic foraminifera demonstrate an incomplete succession of stratigraphically important taxa. Our study enabled the recognition of a series of biostratigraphic units by means of four groups of microfossils correlated to polarity chrons. The detailed analysis of the microfossil distribution led to a biostratigraphic characterization of the Barremian–Aptian transition and brought to light an interval, which may correspond to the OAE1a.

Keywords: Crimea, Barremian, Aptian, biostratigraphy, planktonic foraminifera, calcareous nanofossils, ostracods,

Fig. 6. The bio- and magnetostratigraphy and the stratigraphic ranges of the main markers of PF, nanofossils, ostracods and dinocysts of the Zavodskaya Balka section. Zonal markers are shown in bold.

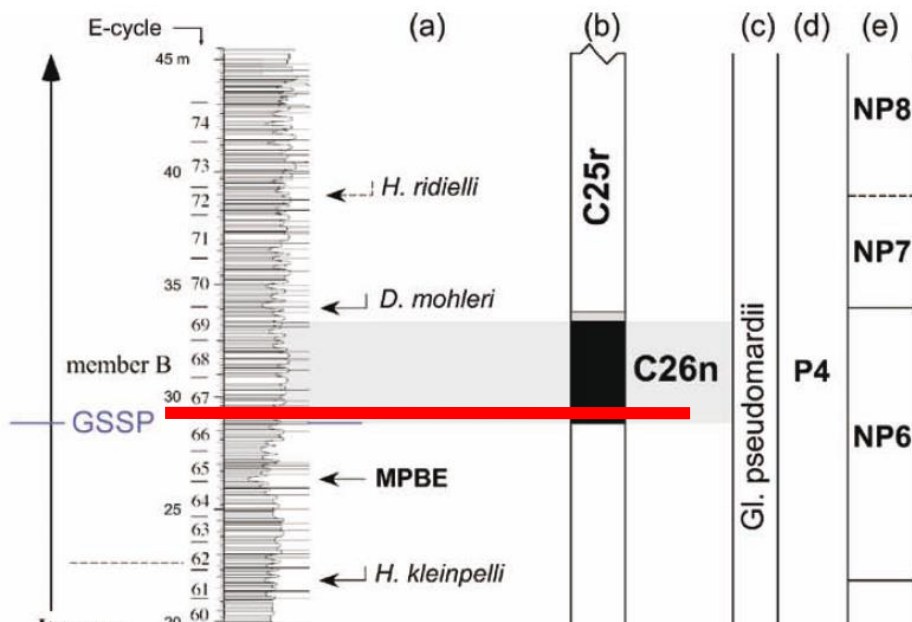




Base of the Thanetian

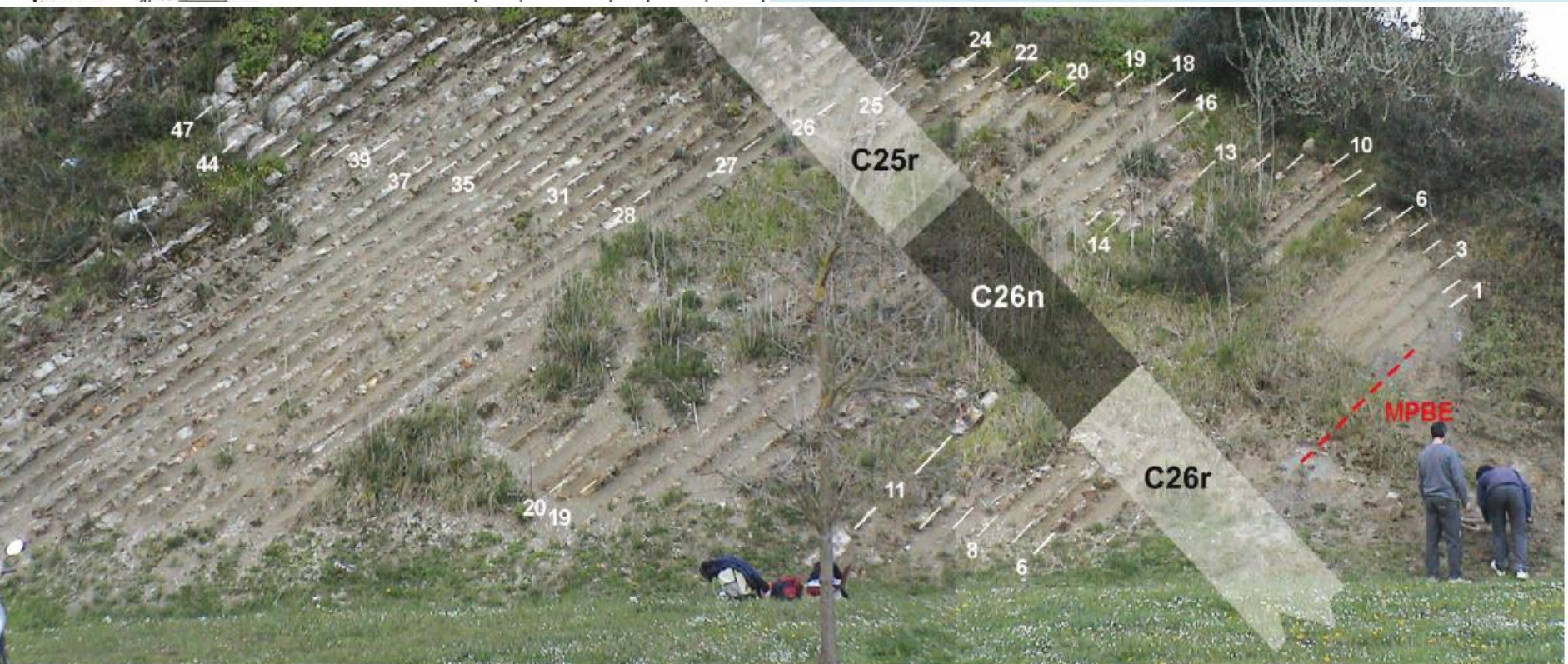
The C26r/C26n magnetochron reversal is the best global correlation tool and can be applied to a variety of facies.

(Schmitz et. al., 2011)



Base of the Thanetian

The C26r/C26n magnetostratigraphic reversal is the best global correlation tool and can be applied to a variety of facies.



**БИО-, ХЕМО- И МАГНИТОСТРАТИГРАФИЯ
ПОГРАНИЧНОГО ИНТЕРВАЛА САНТОНА–КАМПАНА РАЗРЕЗОВ
КУДРИНО И АКСУ-ДЕРЕ (ЮГО-ЗАПАДНЫЙ КРЫМ):
ПРОБЛЕМЫ ГЛОБАЛЬНОЙ КОРРЕЛЯЦИИ И ВЫБОРА ЛИМИТОТИПА
НИЖНЕЙ ГРАНИЦЫ КАМΠΑНСКОГО ЯРУСА.
СТАТЬЯ 2. МАГНИТО- И ХЕМОСТРАТИГРАФИЯ,
ОБСУЖДЕНИЕ ДАННЫХ**

© 2021 г. А. Ю. Гужиков^{1, *}, Е. Ю. Барабошкин^{2, 3}, Г. Н. Александрова³,
И. П. Рябов¹, М. А. Устинова³, Л. Ф. Копаевич², Г. В. Миранцев⁴, А. Б. Кузнецов⁵,
П. А. Фокин², В. Л. Косоруков²

¹Саратовский национальный исследовательский государственный университет
им. Н.Г. Чернышевского, Саратов, Россия

²Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

³Геологический институт РАН, Москва, Россия

⁴Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва, Россия

⁵Институт геологии и геохронологии докембрия РАН, Санкт-Петербург, Россия

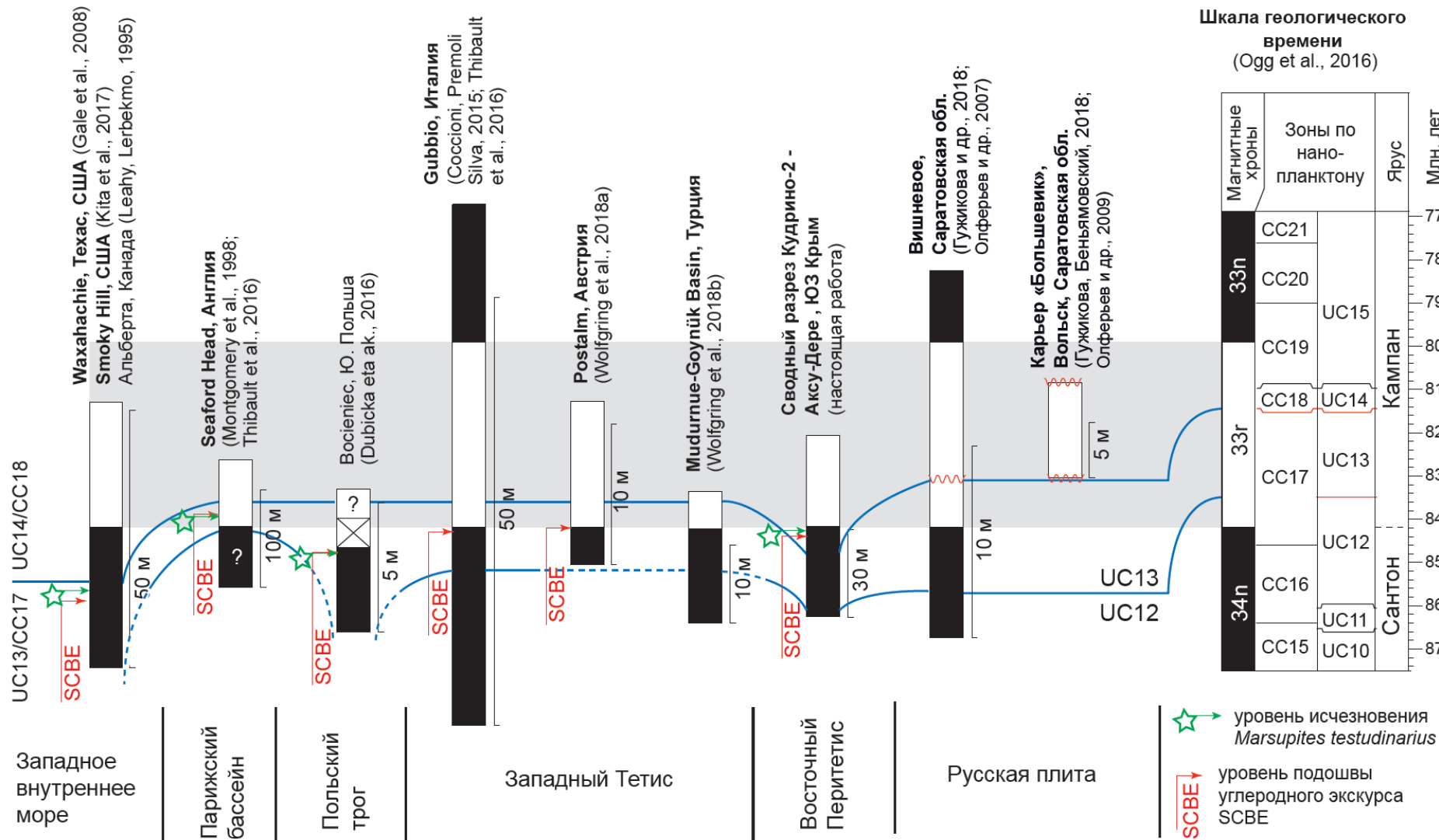
*e-mail: aguzhikov@yandex.ru

Поступила в редакцию 11.12.2020 г.

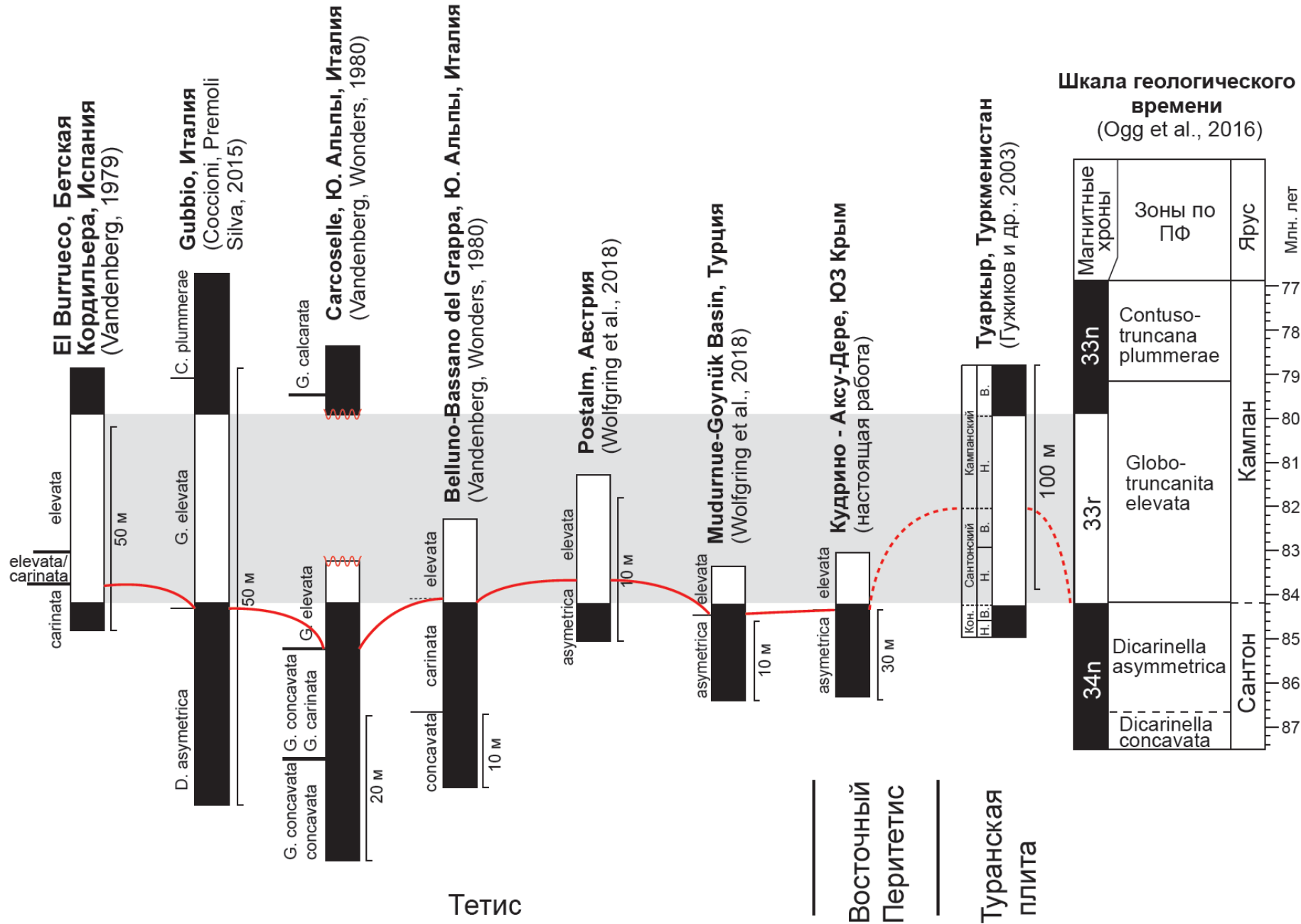
После доработки 08.01.2021 г.

Принята к публикации 25.01.2021 г.

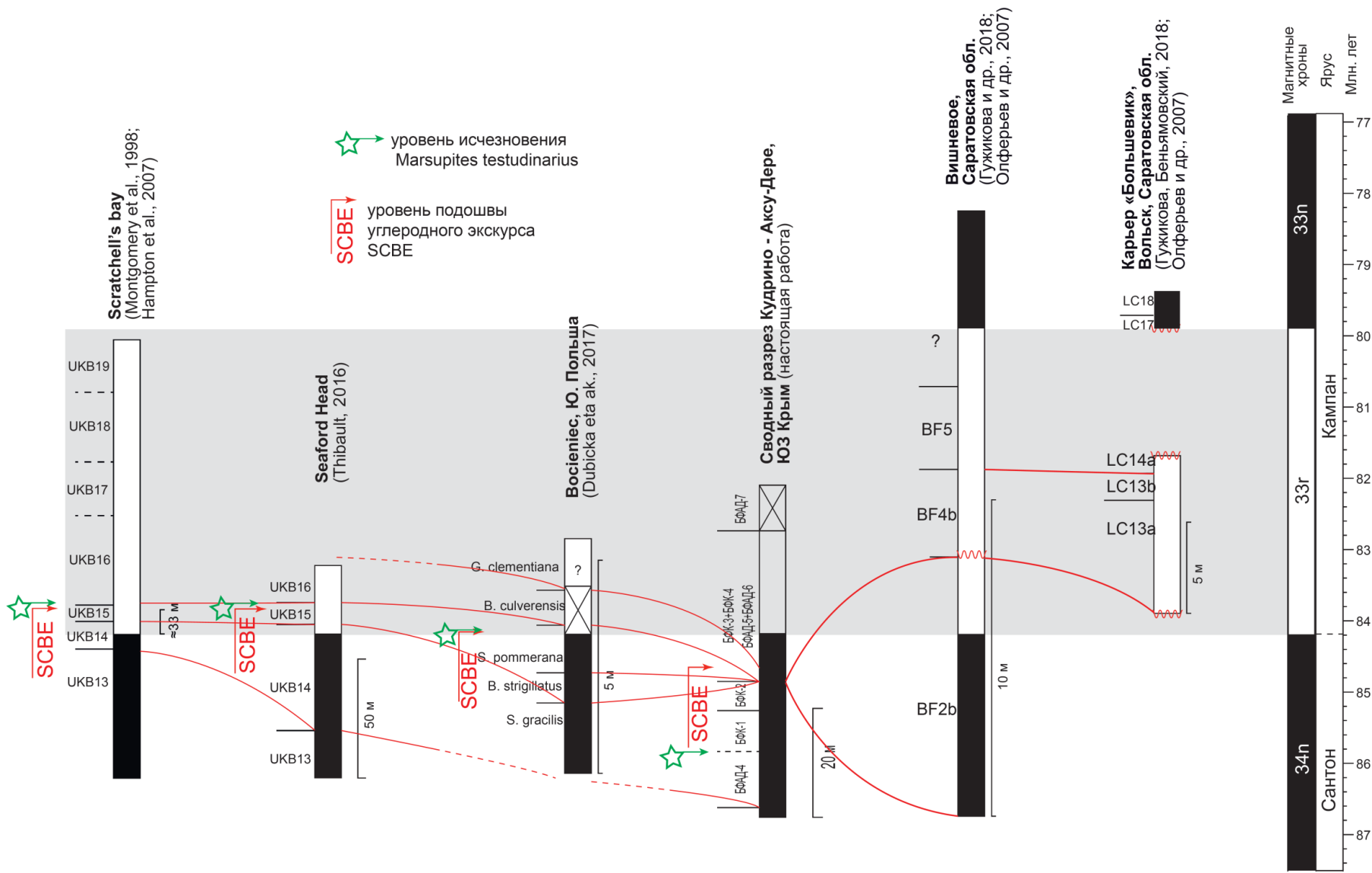
Статья продолжает публикацию результатов комплексного изучения пограничного интервала сантона–кампана разрезов Аксу-Дере и Кудрино-2 (Бахчисарайский район, Юго-Западный Крым), содержащих восточную часть биостратиграфического комплекса докембрия приуроченного к этому 1. Продолжение



Результаты калибровки биостратиграфических границ (по наннопланктону и LO M. testudinarius) относительно инверсии 34n–33r и углеродного события SCBE.

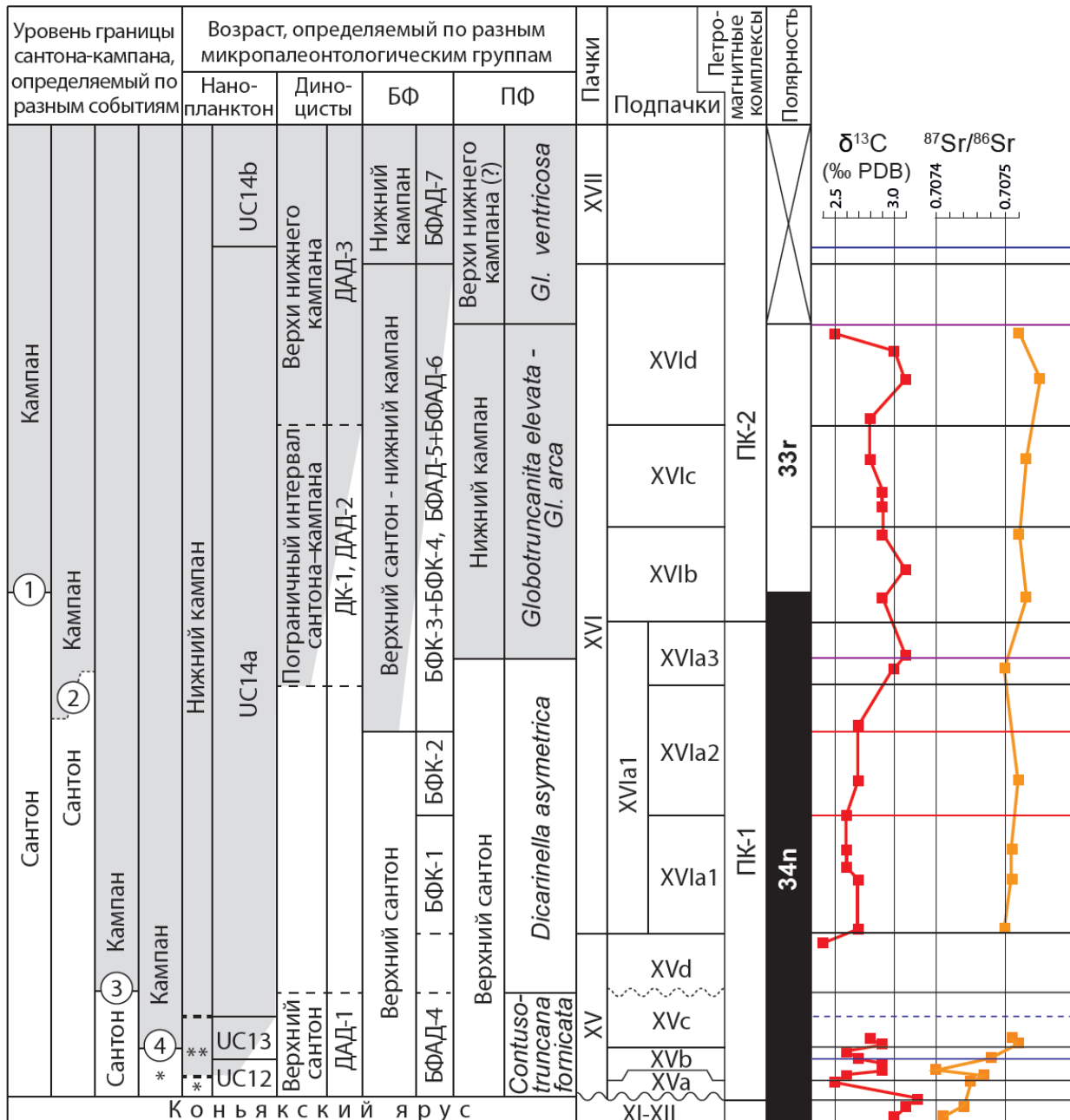


Результаты палеомагнитной калибровки биостратиграфических границ, обоснованных по планктонным фораминиферам.



Результаты палеомагнитной калибровки биостратиграфических границ, обоснованных по бентосным фораминиферам.

Сводный разрез Кудрино - Аксу-Дере



В сводном разрезе пограничного интервала сантона-кампана Кудрино-Аксу-Дере (ЮЗ Крым) зафиксированы важнейшие **биотические** и **абиотические** события, маркирующие границу сантона-кампана:

- LO криноидей *Marsupites testudinarius*,
- FO *B. parca parca* (основание зоны UC14/CC18 по наннопланктону),
- LO *D. concavata/ asymerica* при постоянном присутствии *Gl. elevata/stuartiformis* (основание зоны *Gl. elevata* по ПФ),
- геомагнитная инверсия 34n-33r,
- положительный углеродный экскурс SCBE.

Палеомагнитный критерий представляется наиболее предпочтительным.

* - Сантон ** - Пограничный интервал сантона-кампана

Age	Period	Epoch	Age/Stage	Polarity Chron	Age (Ma)	Duration m.y.	
70	Cretaceous	Late	Maastrichtian	C30	72.2	6.2	K ₃
				C31			
				C32			
80			Campanian	C33		11.5	
			Santonian		83.7	2.0	
			Coniacian		85.7	3.7	
90			Turonian		89.4	4.5	
			Cenomanian		93.9	6.6	
100			Albian	C34	100.5	12.7	K ₂
			Aptian		113.2	8.2	
120		Early	Barremian	M1	121.4	5.1	
			Hauterivian	M3	126.5	6.1	K ₁
130			Valanginian	M5/ M10	132.6	5.1	
			Berriasian	M11/ M14	137.7	5.4	
140			Tithonian	M15/ M18	143.1	6.1	
				M19/			

Отдельным аспектом при обсуждении стратиграфической роли палеомагнитных признаков является их значение для структуризации ОСШ.

Взаимосвязь глубинных геодинамических событий, ответственных за перестройки полярного режима геомагнитного поля, с геологическими событиями, в том числе с биотическими изменениями, которые служат критериями при ранжировании стратонов на отделы, ярусы, подъярусы, предопределяет теоретическую возможность привлечения палеомагнитных критериев для решения проблем структуризации ОСШ.

Например, неоднократно отмечалось, что четкое деление мелового интервала магнитостратиграфической шкалы на три части: знакопеременную (берриас – низы баррема), доминирующей прямой полярности (верхи баррема – низы сантона) и, вновь, знакопеременную, но с меньшим количеством инверсий (верхи сантона – маастрихт), может рассматриваться как аргумент в пользу трехчленного деления меловой системы.

Обоснование позднемаастрихтского возраста лохской свиты Саратовского Поволжья, традиционно относимой ранее к нижнемаастрихтскому подъярсу.

Лохской свите в разрезе Нижняя Банновка лохской свите соответствуют две магнитозоны – обратной полярности (R) и прямой (N) полярности. С учетом маастрихтского возраста свиты и наличия в подошве свиты белемнитов, маркирующих пограничный интервал кампана – маастрихта, идентификация зоны обратной полярности с хроном 31r или/и 32n1 очевидна. Магнитозона прямой полярности может соответствовать только хрону 31n или/и 30n, но в любом случае охваченные ей отложения должны быть отнесены к верхнему маастрихту.

Результаты последующих макро- и микропалеонтологических исследований полностью подтвердили вывод о позднемаастрихтском возрасте лохской свиты (Гужиков и др., 2017).

СТРАТИГРАФИЯ. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ, 2017, том 25, № 1, с. 24–61

УДК 551.763.33:550.838.5

НОВЫЕ БИО- И МАГНИТОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО КАМПАНСКИМ–МААСТРИХТСКИМ ОТЛОЖЕНИЯМ КЛАССИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА НИЖНЯЯ БАННОВКА (ЮГ САРАТОВСКОГО ПРАВОБЕРЕЖЬЯ)

© 2017 г. А. Ю. Гужиков*, Е. Ю. Барабошкин**, В. Н. Беньямовский***, В. С. Вишневская***, Л. Ф. Копаевич**, Е. М. Первушов*, А. А. Гужикова*

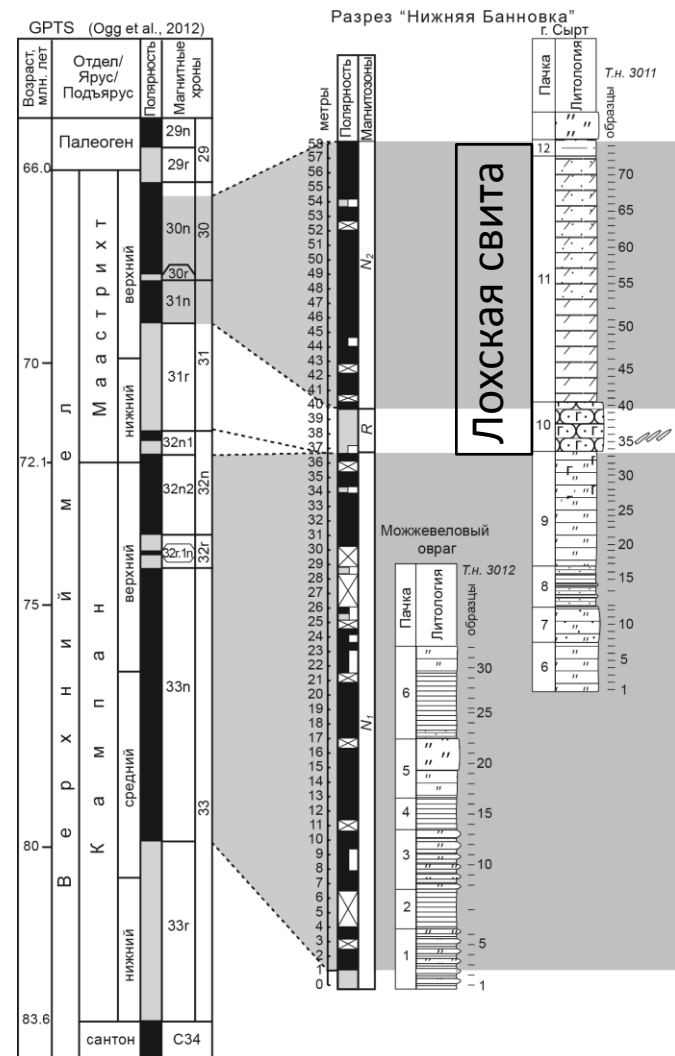
*Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, Саратов

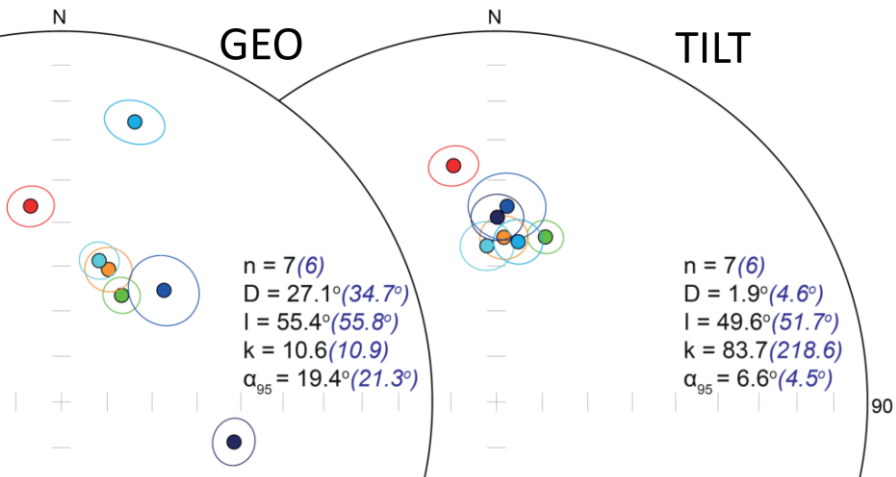
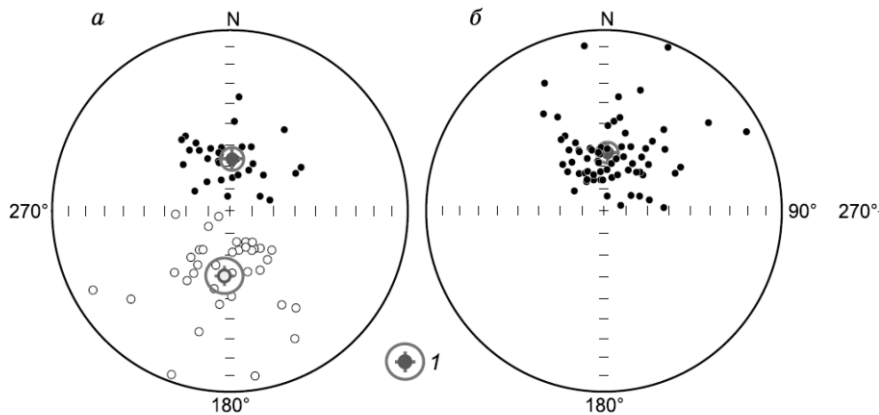
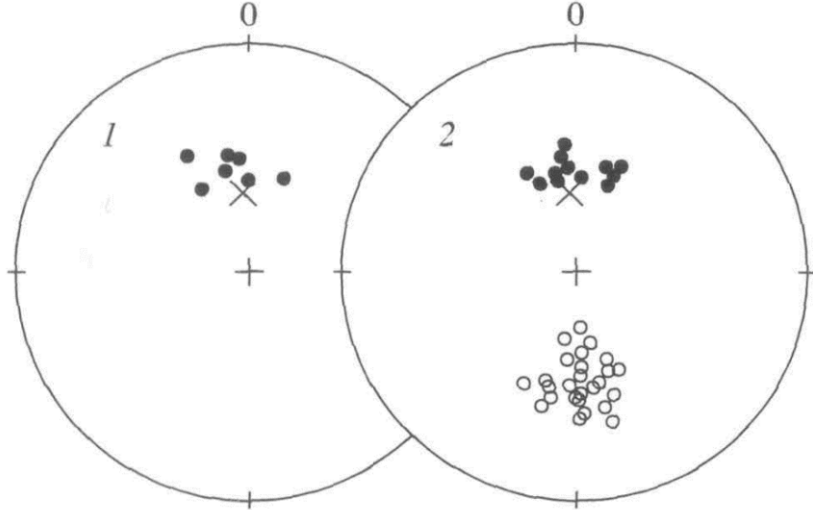
**Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва

***Геологический институт РАН, Москва

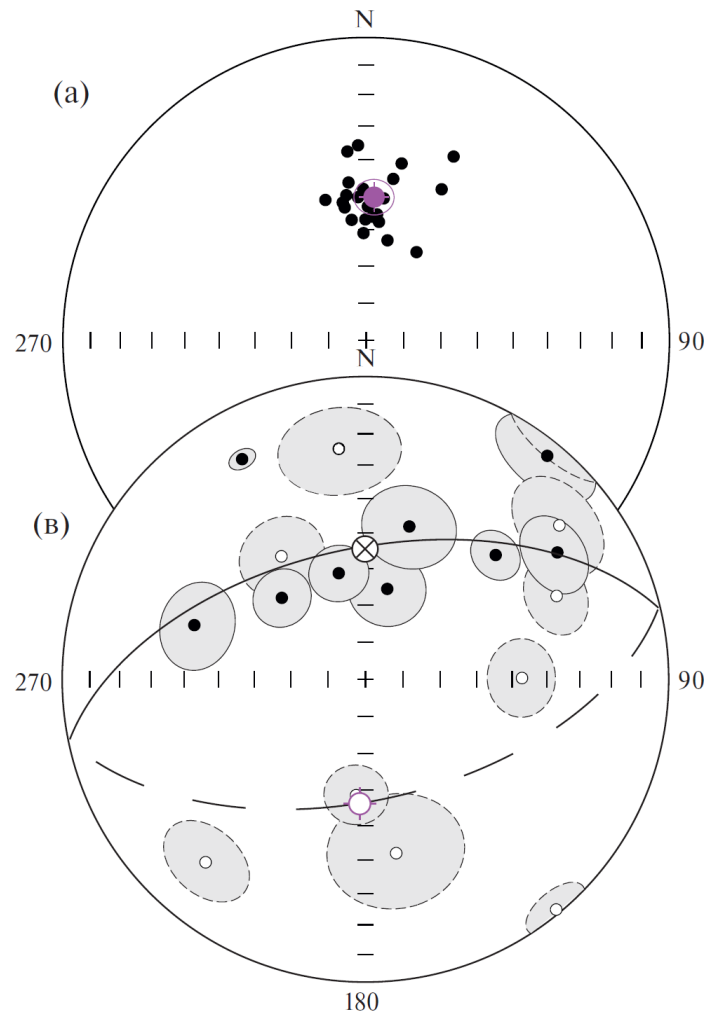
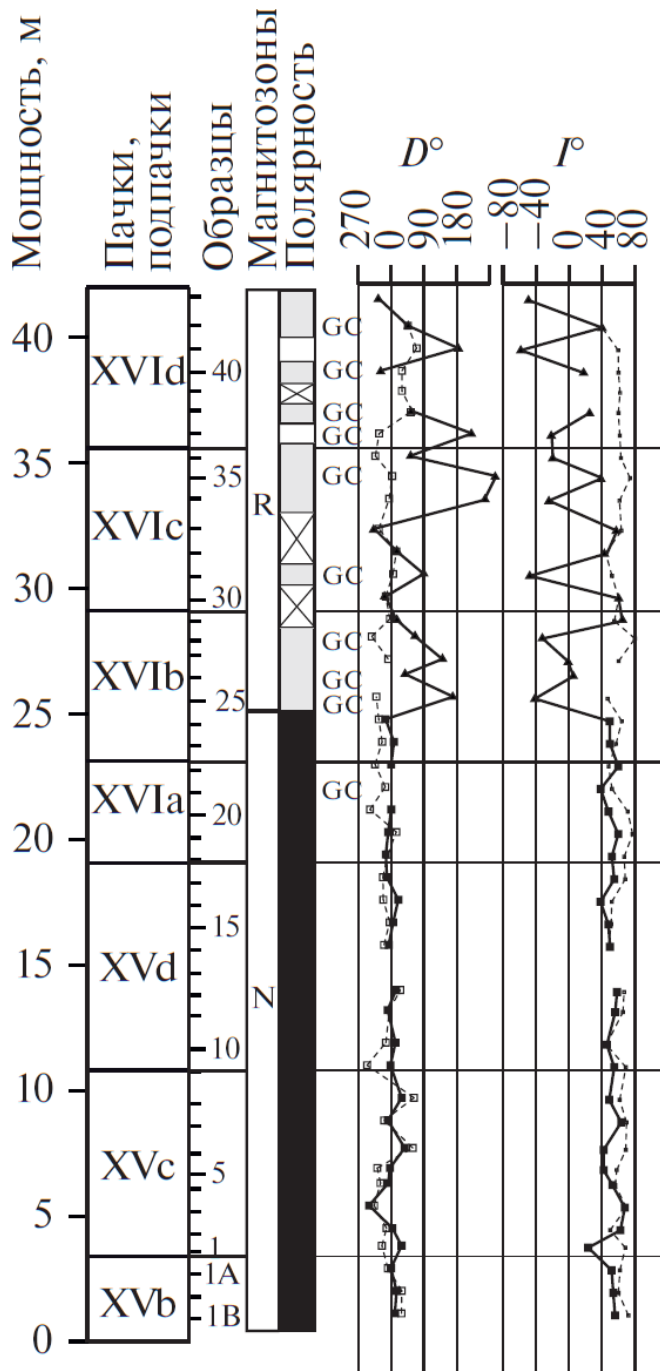
e-mail: aguzhikov@yandex.ru

Поступила в редакцию 25.12.2015 г.
Получена после доработки 20.01.2016 г.





Результаты магнитостратиграфических исследований слабомагнитных осадочных толщ редко бывают высокого качества с точки зрения соответствия стандартным полевым тестам (обращения, складки, контакта и др.). Часто тесты складки и контакта неприменимы из-за отсутствия предпосылок к их использованию, например, при изучении осадочного чехла платформ.



На практике тест обращения часто имеет отрицательный результат из-за большого разброса компонент намагниченности, соответствующих обратной полярности, который, в свою очередь, обусловлен неполным разрушением вторичной компоненты.

Аномальные направления компонент намагниченности могут интерпретироваться как отражение режима обратной полярности и должны быть использованы в магнитостратиграфических целях.

Отрицательный тест обращения не является основанием для отбраковки данных, если имеются доказательства того, что во многих образцах не полностью разрушена вторичная компонента ЕОН; аномальные направления сгруппированы в разрезе, а не спорадически рассеяны по нему в виде узких интервалов; выполняется критерий внешней сходимости (палеомагнитная зональность, обоснованная данными по образцам с «загрязненной» первичной компонентой, хорошо согласуется с магнитостратиграфическими результатами по одновозрастным отложениям в других разрезах).

Разумеется, к выделению «чистой» (неискаженной) компоненты стремиться нужно всегда, по мере возможности.

Cretaceous Time Scale

AGE (Ma)	Epoch/Age (Stage)		Polarity Chron		Tethyan Ammonoids	Boreal Ammonoids
125	Early	Aptian E	C34n	█	<i>Deshayesites deshayesi</i>	<i>Deshayesites deshayesi</i>
					<i>Des. forbesi</i>	<i>Des. forbesi</i>
		126.3	M0r	█	<i>Des. oglanlensis</i>	<i>Prod. fissicostatus</i>
					Barremian	M1

При интеграции ОМСШ с детальными биостратиграфическими подразделениями, по возможности, нужно показывать диахронность границ провинциальных зон по отношению к палеомагнитной основе.

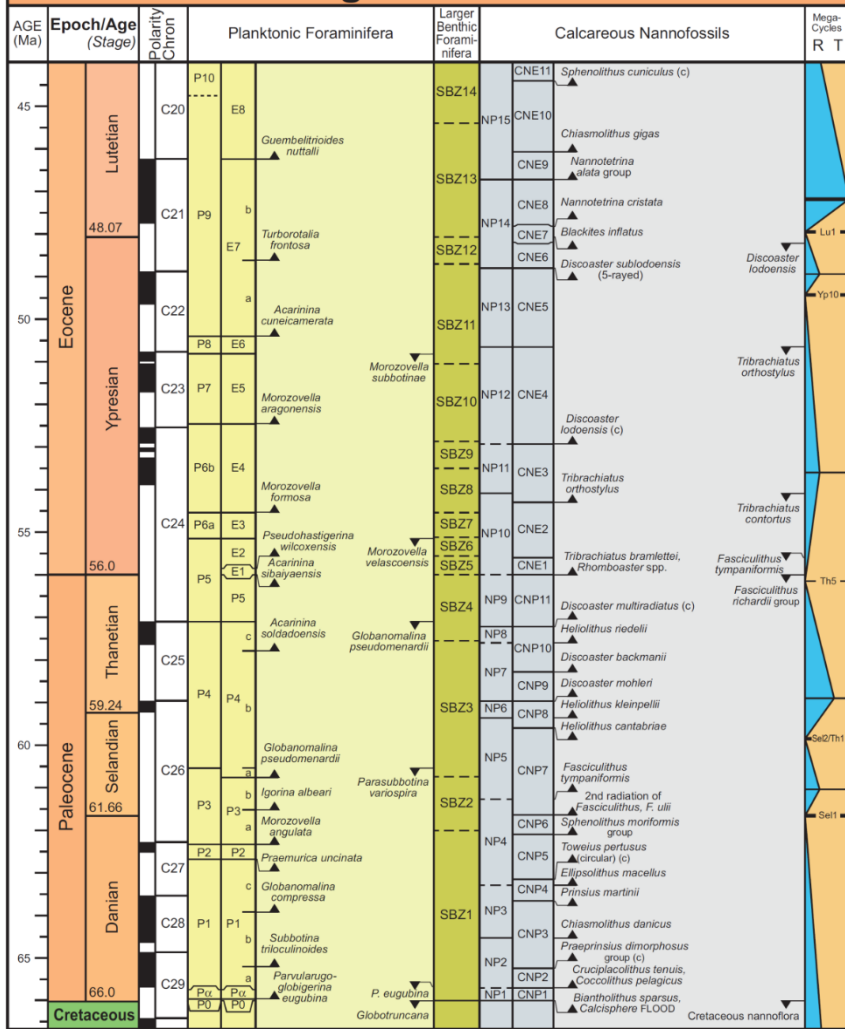
Подшову и/или кровлю зон горизонтальными линиями следует изображать тогда, когда изохронность границы стратиграфического подразделения доказана или не может быть опровергнута на данном этапе исследований с помощью независимых методов.

Cretaceous Time Scale

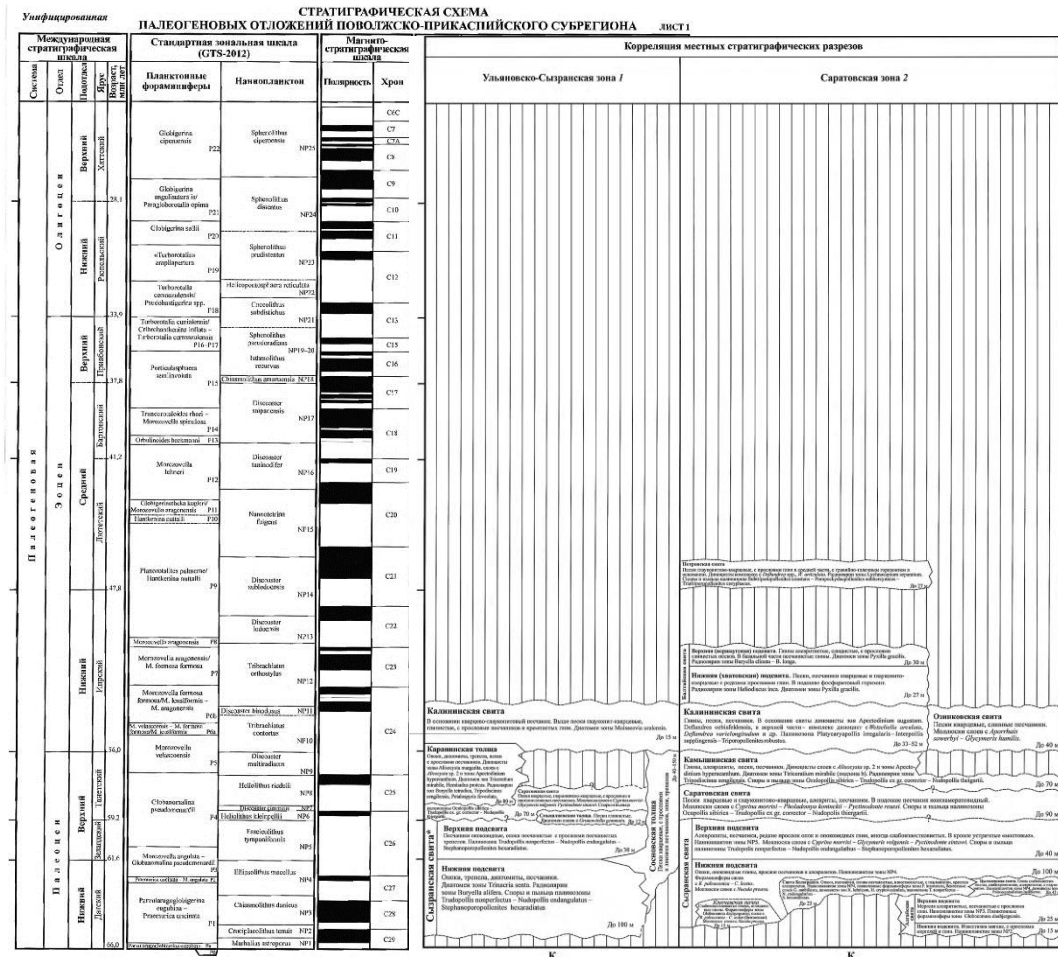
AGE (Ma)	Epoch/Age (Stage)		Polarity Chron		Tethyan Ammonoids	Boreal Ammonoids
125	Early	Aptian E	C34n	█	<i>Deshayesites deshayesi</i>	<i>Deshayesites deshayesi</i>
					<i>Des. forbesi</i>	<i>Des. forbesi</i>
		126.3	M0r	█	<i>Des. oglanlensis</i>	<i>Prod. fissicostatus</i>
					Barremian	M1

Границы стратиграфических подразделений глобального распространения – ярусов, несмотря на то, что они одновременно являются и границами зон, останутся в ОМСШ в виде горизонтальных линий, потому что в GSSP (которыми, в обозримой перспективе, будут обеспечены все ярусы), положение подошвы яруса зафиксировано относительно последовательности геомагнитных инверсий.

Paleogene Time Scale



Шкала геологического времени (Cradstein et al., 2024) механически объединяет абсолютные датировки и геомагнитные инверсии с зональными стандартами, секвенсами, событийными уровнями, совмещая при этом стратиграфические границы разной природы, обладающие заведомо неодинаковой степенью устойчивости в пространстве и времени. Это методически неверно.

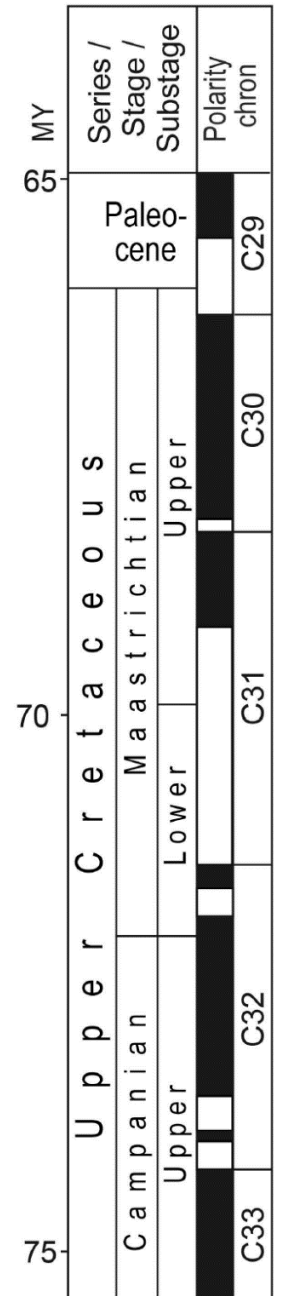


К сожалению, во многих унифицированных стратиграфических схемах палеомагнитные шкалы (общая магнитостратиграфическая шкала или шкала геомагнитной полярности – GPTS) механически «прислонены» к региональным и местным стратиграфическим подразделениям, в то время как магнитостратиграфические данные по региону отсутствуют. Такой методологически неверный подход приводит к необоснованным выводам о соответствии конкретных подразделений (горизонтов, свит, плачек) тем или иным магнитозонам (магнитным хронам).

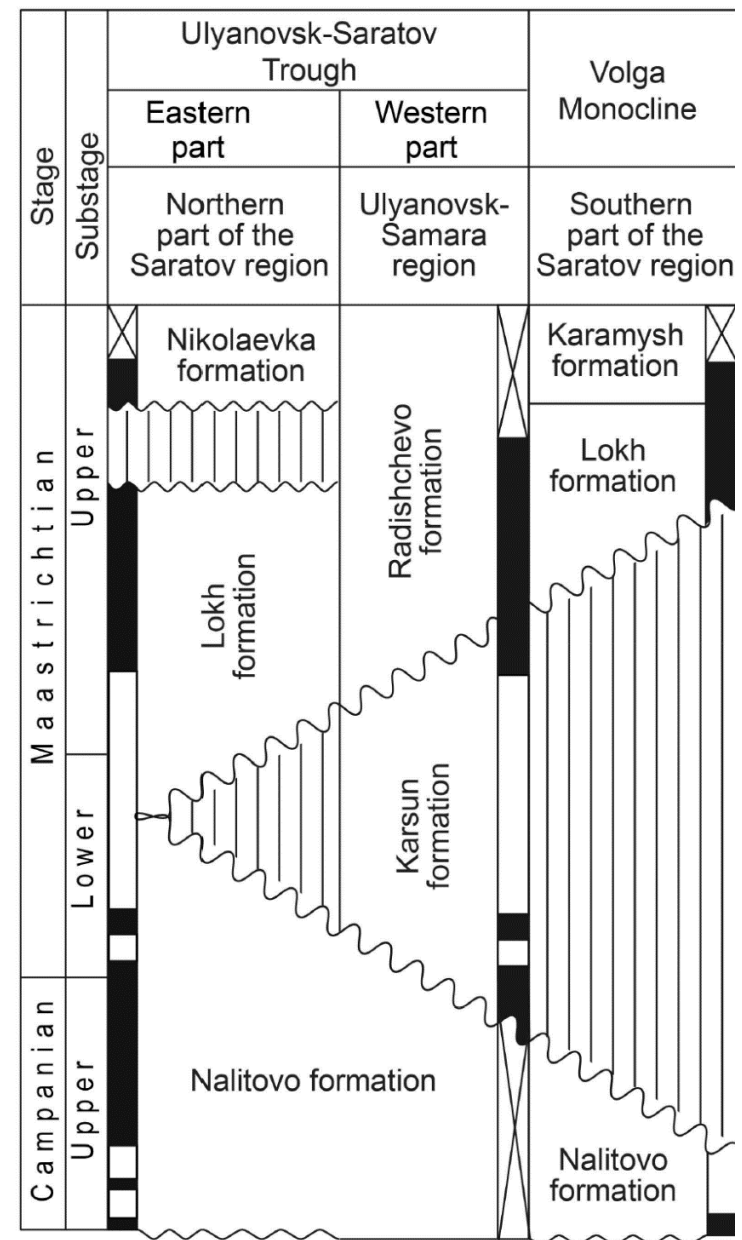
The Fragment of the subregional stratigraphic chart of the Upper Cretaceous from the Middle and the Lower Volga Regions
(Stratigraphic ..., 2004)

Stage		Substage		Volga Monocline
Maastrichtian		Upper	Lower	
Northern part of the Saratov and Penza regions		Nikolaevka formation	Karsun formation	Southern part of the Saratov reion
Eastern part		Radishchevo formation	Lokh formation	Karamysh formation
Western part		Ulyanovsk-Samara region	Lokh formation	Lokh formation
Ulyanovsk-Saratov Trough		Nalitovo formation	Nalitovo formation	Nalitovo formation
Tereshka formation				

GTS
(Ogg et al., 2016)



The proposed changes to the chart with regard to the magnetostratigraphic data (real work)



(Guzhikov et al., 2020)

Очевидно, что диахронность местных и региональных стратиграфических подразделений также должна учитываться при создании Унифицированных стратиграфических схем.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

