

УДК 551.7:551.763.3(234.9)

ДРОБНЫЕ СТРАТОНЫ

© 1997 г. С. Л. Афанасьев

Московский государственный открытый университет, 129805 Москва, ул. Павла Корчагина, 22, Россия

Поступила в редакцию 19.05.94 г., получена после доработки 11.01.95 г.

Установлено, что каждый десятый слой верхнемеловых–датских флишевых отложений прослеживается на 1035 км вдоль Южного склона Большого Кавказа. Это позволило выделить 196 синхронных большекавказских маркеров. Их синхронность определена по относительному количеству циклитов и подтверждена по палеонтологическим данным. Длительность образования одного глобального стратона предполагается в среднем равной 22 ± 9 тыс. лет.

Ключевые слова. Стратон, стратиграфия, ярус, век, фаза, пачка, пакет, слой, слоек, Большой Кавказ, верхний мел, флиш, карбонатная формация.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Два века назад на смену безраздельно господствовавшему литостратиграфическому методу с его литостратонами, в том числе глобальными первичными, вторичными, третичными и диллювиальными образованиями (Arduino, 1759), пришел новый, биостратиграфический метод, быстро завоевавший всеобщее признание. В настоящее время этот метод является основным для фанерозойских отложений. Однако возможности метода небезграничны. Он бессилен при расчленении немых толщ. Самые дробные биостратоны – звенья, гилберты (Gilbert, 1895) и события¹ – включают не только многие слои, но, порою, подвиты и даже свиты. Так, например, верхнекампанские отложения в Новороссийском опорном разрезе Северо-Западного Кавказа включают четыре свиты, десять подвит, 74 большекавказских стратона (Афанасьев, 1993), 4059 натуральных циклитов и свыше десяти тысяч слоев.

В этих условиях для расчленения древних толщ представляется целесообразным вновь обратиться к литостратиграфии. Для определения ее возможности на примере верхнемеловых – датских отложений Большого Кавказа был поставлен многолетний (1953–1994 гг.) эксперимент: во-первых, были выделены разновидности осадочных пород по их происхождению (обломочные, биогенные, вулканогенные), гранулометрическому составу, карбонатности, кремнистости, окраске, другим признакам (Афанасьев, 1993); во-вторых, вслед за Н.Б. Вассоевичем (1948), разновидности пород были объединены в натуральные циклиты (Ц) и их элементы (ЭЦ), в том числе обломочные породы: обвальные и оползневые брекчии перво-прим элемента циклита (0¹ ЭЦ), олистостромы (0 ЭЦ), относительно медленно формирующиеся

конгломераты, песчаники и алевролиты часто с горизонтально микрослойчатой текстурой (I¹ ЭЦ), быстро образующиеся песчаники и алевролиты с градационной слойчатостью (I ЭЦ) и силтолиты – мергели, аргиллиты, известняки (II ЭЦ); биогенные известняки, мергели и остатки от их растворения – лютиты, глины (III ЭЦ); вулканогенные туфы, туффиты, килы, глины (IV ЭЦ); в-третьих, последовательно, слой за слоем изучено свыше миллиона слоев в трехстах с лишним частным разрезах, в первую очередь, в основных прогибах Большого Кавказа: Новороссийском, Чиаурском, Кобыстанском и Дагестанском. Слои были измерены с точностью до миллиметра. Все частные разрезы являются стратонами со строгой (стенсеновской) последовательностью слоев. Анализ состава, мощности и соотношения различных слоев позволил выделить в четырех основных названных выше прогибах Большого Кавказа серии, свиты, подвиты, пачки, пакеты, маркеры, определить по фауне их принадлежность к тем или иным ярусам и подъярусам. Последние стратиграфические схемы верхнего мела–дания Большого Кавказа опубликованы в сводках: Геология СССР (1968), Стратиграфия СССР, Меловые отложения (1986), Верхний мел Юга СССР (1986), а также в ряде работ (Афанасьев, 1987б, 1993; Гамбашидзе, 1973; Халилов, Али-Заде, 1968 и др.). С учетом главным образом фаунистических определений с точностью до свит, подвит и пачек были сопоставлены стратиграфические схемы Новороссийского, Чиаурского, Кобыстанского и Дагестанского прогибов (Афанасьев, 1993).

Дробные стратоны верхнего мела – дания, общие для всех прогибов Большого Кавказа, можно выделить только на основе надежной послышной корреляции, а для этого необходимо было решить задачу принципиальной возможности про-

¹ “polarity event – событие полярности. Период времени, не превышающий 100000 лет” (Толковый словарь..., 1978).

слеживания слоев на сотни и первые тысячи километров.

ПОСЛОЙНАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ

Проблема глобальной послойной корреляции будоражит умы исследователей почти сто лет (De-Geer, 1910). "На XI сессии Международного геологического конгресса (Стокгольм, 1910) Де-Геер высказал предположение о возможности увязки между собою (коннексии) диаграмм, построенных для ленточных отложений Швеции и Северной Америки. В 1924 г. в Стокгольме был организован Геохронологический институт, который возглавил все работы по телеконнексии (т.е. коннексии на дальнее расстояние). Незадолго до этого Де-Геер ездил в Америку (1920 г.) с целью добиться корреляции "варв" Нового и Старого Света. В работе, опубликованной им в 1921 году в Шведском геологическом журнале, синхронизируются варвы на расстоянии 6250 км" (Вассоевич, 1948, с. 146).

Н.Б. Вассоевич осуществил послойную корреляцию разрезов верхнемаастрихтских флишевых отложений Кахетии на расстоянии 24 км (Вассоевич, 1948).

С проблемой корреляции геолог сталкивается на первом же обнажении, при первом же разрывном нарушении, которое прерывает последовательность слоев. Сравнение состава и мощности слоев в пакетах по обе стороны от сместителя обычно без проблем позволяет послойно их сопоставить. При этом надежность корреляции возрастает с увеличением количества слоев в этих пакетах. Их должно быть не менее пяти, желательно – несколько десятков, чтобы не реализовать ложную корреляцию (Афанасьев, 1993).

При послойной корреляции разрезов флишевых отложений по методу Де-Геера–Вассоевича возникает проблема их сходимости, прежде всего – по мощности слоев. Для определения величины этой сходимости были изучены многометровые пакеты флишевых отложений по их простираанию в ряде разрезов. При этом каждый слой был визуально протрассирован от одного разреза к другому на расстоянии до четырех километров (Вассоевич, 1948; Афанасьев, 1961, 1967а, 1993). Это показало принципиальную возможность послойной корреляции флишевых отложений на первые километры. При расстоянии между разрезами в 5–20 км для их послойной корреляции использовались аэрофотоснимки (Афанасьев, 1967а). При расстоянии в 30–200 км изучались километровые разрезы (Анапский, Западно-Озерейкинский, Бжидский и др.), учитывались реперные границы свит и подсвит. При расстоянии свыше 200 км изучались верхнемеловые – датские отложения в целом, учитывались границы ярусов

и подъярусов, установленные по палеонтологическим данным.

На расстоянии во многие десятки и сотни километров даже во флише прослеживаются далеко не все слои. Во многих из них наблюдается фациальное замещение одних разностей пород другими. Многие слои выклиниваются, срезаются внутрiformационными размывами. Выдерживаются прежде всего слои пеплов, крупные циклиты, слои песчаников и мергелей, образование которых связано с вулканической деятельностью, крупными землетрясениями и цунами. Эти же слои прослеживаются в смежных структурно-формационных зонах, в том числе – вкрест простираения прогибов. Например, на Южном склоне Большого Кавказа, с одной стороны, и на Северном Кавказе, Дагестане, с другой.

Хорошая выдержанность слоев во флишевой формации ни в какое сравнение не идет с "выдержанностью" слоев в других терригенных формациях. Так, например, в рифейских терригенных отложениях стрельногорской свиты Туруханского поднятия (Ивановская, Афанасьев, 1970) в одиннадцати разрезах изучен полуметровый пакет, прослеженный послойно на 10 м. Слои здесь часто выклиниваются и фациально замещаются на расстоянии всего в полметра, что свидетельствует об их крайней невыдержанности.

Рассмотрим примеры хорошо выдержанных по простираанию слоев в датско-верхнемеловых флишевых отложениях Южного склона Большого Кавказа.

В работе (Афанасьев и др., 1961б) показана корреляция пяти разрезов тридцатиметровой пачки средней части подсвиты сукко на расстоянии 177 км вдоль Новороссийского прогиба. Пачка включает 96 слоев в Анапском разрезе, 85 – в Западно-Озерейкинском, 59 – в Мысхакском, 68 – в Бжидском и 156 слоев в Шепсинском разрезе, в том числе караджюзлинский и чухурьюрдский маркеры (Афанасьев, 1993) – песчаники во флише с повышенной мощностью слоев. Во всех разрезах присутствуют 35 общих ("западнокавказских") слоев и десятки местных, которые выклиниваются от разреза к разрезу. Если обозначить литерой "К" отношение количества слоев в наиболее полном разрезе к числу прослеженных в обоих сравниваемых разрезах, то обнаружится положительная корреляция между логарифмами "К" и *L*-километровым расстоянием между сопоставляемыми разрезами.

В 60-е годы (Афанасьев, 1967) была также осуществлена корреляция на расстояние 209 км семи разрезов двенадцатиметровой лиманчикской пачки, залегающей в основании свиты циде верхнего дания Новороссийского прогиба, включающей 77 слоев в Западно-Озерейкинском разрезе, 62 – в Анапском, 51 – в Прасковеевском, 46 –

в Кадошском, 48 – в Головинкинском. Во всех разрезах присутствуют 14 “западнокавказских” общих слоев и десятки местных, которые выклиниваются от разреза к разрезу. Здесь также наблюдается положительная корреляция (Большев, Смирнов, 1965) между $\lg K$ и $\lg L$.

Наконец, в 80-х годах (Афанасьев, 1987б) была показана корреляция на расстоянии 1035 км двух разрезов восьмидесятиметровой абрауской пачки верхнемаастрихтского нижнеснегуревского подгоризонта Большого Кавказа, включающего 410 слоев в Западно-Озереинском разрезе Новороссийского прогиба и 325 слоев в Агдарачайском разрезе Кобыстанского прогиба. В обоих разрезах прослежено 27 общих слоев. Здесь $\lg K = \lg 410/27 = 2.182$ и $\lg L = \lg 1035 = 3.015$.

Все перечисленные выше три группы парных значений $\lg K$ и $\lg L$ по материалам упомянутых работ совместимы. В среднем по этим данным

$$\lg K = 0.51 \lg L - 0.53. \quad (1)$$

В соответствии с уравнением (1) на расстоянии 8–14 км на Южном склоне Большого Кавказа обычно прослеживаются все слои флишевых отложений, на расстоянии 50 км – только каждый второй слой, на расстоянии 100 км – каждый третий, на 200 км – четвертый, на 500 км – пятый, на 1035 км – каждый десятый слой флишевых отложений. Поскольку Новороссийский верхнемеловой – датский разрез-стратотип включает 23046 циклитов, или 60840 слоев, а Дагестанский – всего 2044 циклита, или 4300 слоев, каждый слой Дагестанского разреза соответствует 14-ти слоям Новороссийского разреза. Если применить уравнение (1) при корреляции Новороссийского и Дагестанского разрезов на расстоянии 1035 км, то можно ожидать, что из 60840 слоев общими (“большекавказскими”) для обоих разрезов окажутся 5850, т.е. каждый десятый слой Новороссийского и каждый слой Дагестанского разреза. Зная продолжительность позднего мела – дания $T_1 = 96253 - 62216 = 34037$ тыс. лет, находим среднюю длительность образования одного большекавказского стратона: $T_2 = 34037 \times 10.4/60840 = 5.818$ тыс. лет, что соответствует циклитам одиннадцатого класса, или эпизодам (Афанасьев, 1993, табл. 26) – времени образования стандартных пакетов. Построенные на базе циклитов одиннадцатого класса пакетогаммы широко использовались при полевых и камеральных исследованиях в Новороссийском районе Северо-Западного Кавказа начиная с 1957 года (Афанасьев, 1961а; Афанасьев и др., 1961б).

Итак, при корреляции верхнемеловых-датских отложений четырех основных прогибов Большого Кавказа – Новороссийского, Чиаурского, Кобыстанского и Дагестанского – теоретически

можно выделить 5850 большекавказских стратонов, соответствующих каждому слою Дагестанского опорного разреза.

ДРОБНЫЕ СТРАТОНЫ

Еще до составления уравнения (1) и следующих из него выводов, до работы (Афанасьев, 1993) была проведена корреляция верхнемеловых – датских отложений четырех основных прогибов Большого Кавказа – Новороссийского, Чиаурского, Кобыстанского и Дагестанского (Афанасьев, 1987б, 1993), основанная на анализе маркеров.

Решение проблемы литостратиграфии основано на выявлении стратонов с уникальным составом и мощностью, которые образовались в определенные моменты геологической истории. Примером может служить слой глины с повышенным содержанием иридия в подошве датских отложений.

Послойное изучение разрезов с выделением всех слоев мощностью свыше 0.5 мм резко увеличивает объем информации, что снижает вероятность ложной корреляции разрезов. В работах (Афанасьев, 1987б, 1993) и в настоящей статье детализация стратиграфических схем основных прогибов Большого Кавказа осуществлялась путем выделения маркирующих пачек, пакетов, циклитов, слоев.

К маркирующим стратонам отнесены все необычные литомы, отличающиеся от смежных “рутинных” образований прежде всего своей повышенной мощностью, реже уникальностью литологического состава: килы, анкериты. Для объективной оценки значимости маркера принята следующая регламентация: если маркер является единственным в разрезе верхнемеловых – датских отложений, или он обладает самой высокой мощностью, ему присваивается “полный” рейтинг – индекс $I_{01} = 480^2$. Если рассматриваемый маркер является вторым по мощности среди верхнемеловых-датских отложений, ему приписывается индекс $I_{02} = 480/2 = 240$, если третьим – $I_{03} = 480/3 = 160$ и т.д. Поскольку в Новороссийском прогибе верхнемеловые-датские отложения представлены четырьмя сериями, то самый крупный маркер любой серии оценивается индексом $I_{11} = 480/4 = 120$. Поскольку серия чаще состоит из четырех свит, то самый крупный маркер в любой свите оценивается индексом $I_{21} = 120/4 = 30$. Каждая свита чаще всего делится на три подсвиты. Поэтому самый крупный маркер в какой-либо подсвите оценивается рейтингом-индексом $I_{31} = 30/3 = 10$.

² $480 = 4 \times 4 \times 3 \times 10$, где 4 – количество надгоризонтов в кавказском супергоризонте, 4 – число горизонтов в надгоризонте, 3 – количество подгоризонтов в горизонте, 10 – число крупных слоев в подгоризонте.

в Кадошском, 48 – в Головинкинском. Во всех разрезах присутствуют 14 “западнокавказских” общих слоев и десятки местных, которые выклиниваются от разреза к разрезу. Здесь также наблюдается положительная корреляция (Большев, Смирнов, 1965) между $\lg K$ и $\lg L$.

Наконец, в 80-х годах (Афанасьев, 1987б) была показана корреляция на расстоянии 1035 км двух разрезов восьмидесятиметровой абрауской пачки верхнемастрихтского нижнеснегуревского подгоризонта Большого Кавказа, включающего 410 слоев в Западно-Озерекинском разрезе Новороссийского прогиба и 325 слоев в Агдарачайском разрезе Кобыстанского прогиба. В обоих разрезах прослежено 27 общих слоев. Здесь $\lg K = \lg 410/27 = 2.182$ и $\lg L = \lg 1035 = 3.015$.

Все перечисленные выше три группы парных значений $\lg K$ и $\lg L$ по материалам упомянутых работ совместимы. В среднем по этим данным

$$\lg K = 0.51 \lg L - 0.53. \quad (1)$$

В соответствии с уравнением (1) на расстоянии 8–14 км на Южном склоне Большого Кавказа обычно прослеживаются все слои флишевых отложений, на расстоянии 50 км – только каждый второй слой, на расстоянии 100 км – каждый третий, на 200 км – четвертый, на 500 км – пятый, на 1035 км – каждый десятый слой флишевых отложений. Поскольку Новороссийский верхнемеловой – датский разрез-стратотип включает 23046 циклитов, или 60840 слоев, а Дагестанский – всего 2044 циклита, или 4300 слоев, каждый слой Дагестанского разреза соответствует 14-ти слоям Новороссийского разреза. Если применить уравнение (1) при корреляции Новороссийского и Дагестанского разрезов на расстоянии 1035 км, то можно ожидать, что из 60840 слоев общими (“большекавказскими”) для обоих разрезов окажутся 5850, т.е. каждый десятый слой Новороссийского и каждый слой Дагестанского разреза. Зная продолжительность позднего мела – дания $T_1 = 96253 - 62216 = 34037$ тыс. лет, находим среднюю длительность образования одного большекавказского стратона: $T_2 = 34037 \times 10.4/60840 = 5.818$ тыс. лет, что соответствует циклитам одиннадцатого класса, или эпизодам (Афанасьев, 1993, табл. 26) – времени образования стандартных пакетов. Построенные на базе циклитов одиннадцатого класса пакетогаммы широко использовались при полевых и камеральных исследованиях в Новороссийском районе Северо-Западного Кавказа начиная с 1957 года (Афанасьев, 1961а; Афанасьев и др., 1961б).

Итак, при корреляции верхнемеловых-датских отложений четырех основных прогибов Большого Кавказа – Новороссийского, Чиаурского, Кобыстанского и Дагестанского – теоретически

можно выделить 5850 большекавказских стратонов, соответствующих каждому слою Дагестанского опорного разреза.

ДРОБНЫЕ СТРАТОНЫ

Еще до составления уравнения (1) и следующих из него выводов, до работы (Афанасьев, 1993) была проведена корреляция верхнемеловых – датских отложений четырех основных прогибов Большого Кавказа – Новороссийского, Чиаурского, Кобыстанского и Дагестанского (Афанасьев, 1987б, 1993), основанная на анализе маркеров.

Решение проблемы литостратиграфии основано на выявлении стратонов с уникальным составом и мощностью, которые образовались в определенные моменты геологической истории. Примером может служить слой глины с повышенным содержанием иридия в подошве датских отложений.

Послойное изучение разрезов с выделением всех слоев мощностью свыше 0.5 мм резко увеличивает объем информации, что снижает вероятность ложной корреляции разрезов. В работах (Афанасьев, 1987б, 1993) и в настоящей статье детализация стратиграфических схем основных прогибов Большого Кавказа осуществлялась путем выделения маркирующих пачек, пакетов, циклитов, слоев.

К маркирующим стратонам отнесены все необычные литомы, отличающиеся от смежных “рутинных” образований прежде всего своей повышенной мощностью, реже уникальностью литологического состава: килы, анкериты. Для объективной оценки значимости маркера принята следующая регламентация: если маркер является единственным в разрезе верхнемеловых – датских отложений, или он обладает самой высокой мощностью, ему присваивается “полный” рейтинг – индекс $I_{01} = 480^2$. Если рассматриваемый маркер является вторым по мощности среди верхнемеловых-датских отложений, ему приписывается индекс $I_{02} = 480/2 = 240$, если третьим – $I_{03} = 480/3 = 160$ и т.д. Поскольку в Новороссийском прогибе верхнемеловые-датские отложения представлены четырьмя сериями, то самый крупный маркер любой серии оценивается индексом $I_{11} = 480/4 = 120$. Поскольку серия чаще состоит из четырех свит, то самый крупный маркер в любой свите оценивается индексом $I_{21} = 120/4 = 30$. Каждая свита чаще всего делится на три подсвиты. Поэтому самый крупный маркер в какой-либо подсвите оценивается рейтингом-индексом $I_{31} = 30/3 = 10$.

² $480 = 4 \times 4 \times 3 \times 10$, где 4 – количество надгоризонтов в карказском супергоризонте, 4 – число горизонтов в надгоризонте, 3 – количество подгоризонтов в горизонте, 10 – число крупных слоев в подгоризонте.

Десятый по мощности маркер подевиты оценивается индексом $I_{310} = 10/10 = 1$. Если маркер-пачка (пакет, циклит) включает ряд маркирующих слоев с теми или иными индексами, последние суммируются.

Синхронный маркер образуется в один и тот же узкий отрезок геологического времени. Мы здесь пренебрегаем небольшой разницей во времени (день, неделя), связанной со скоростью распространения осадочного материала, слагающего маркер (пепла, материала мутевого потока и др.). Синхронность образования определяется по шкале мощности, трансформированной в шкалу времени. Начиная с работ Артура Холмса (Holmes, 1913) при интерполяции изотопных датировок широко применяются литологические методы, например, по количеству натуральных циклитов в Новороссийском опорном разрезе (Афанасьев, 1987а). Итак, натуральные циклиты Новороссийского опорного разреза принимаем за условные единицы времени. Относительная оценка геологического возраста какого-либо маркера в изучаемом стратоне определяется отношением ($T\%$) количества натуральных циклитов (НЦ) от основания маркера до подошвы стратона – к общему числу НЦ в рассматриваемом стратоне. Если какой-либо маркер является синхронным в разных разрезах, то относительное количество НЦ ($T_i\%$) во всех разрезах ожидается одинаковым. Практическая величина $T_i\%$ совпадает лишь в первом приближении, отличаясь друг от друга (точнее от среднего значения $T\%$) на величины $\Delta_i T\%$, по которым рассчитывается среднеквадратичное отклонение $\sigma_0\%$, в процентах от количества НЦ в изучаемом стратоне. В среднем $\sigma_0 = 3.13\%$.

Рассмотрим конкретный пример. Кавказский стратон (супергоризонт) на Большом Кавказе (Афанасьев, 1993) характеризуется повышенным содержанием известняков, в двадцать раз выше по сравнению с ниже- и вышележащими супергоризонтами, пятикратно возросшей карбонатностью и столь же резко сниженной долей глин. Подошва кавказского стратона, кроме того, определяется по многократному увеличению содержания не только известняков, но и известковистых мергелей, а также слабглинистых мергелей. Во флишевых отложениях Южного склона Большого Кавказа в кровле кавказского стратона доля этих пород сокращается в сто раз.

С помощью биоконтроля удалось определить возрастной диапазон кавказского стратона: его подошва расположена в основании сеноманского яруса, кровля – в кровле датского яруса (Афанасьев, 1993).

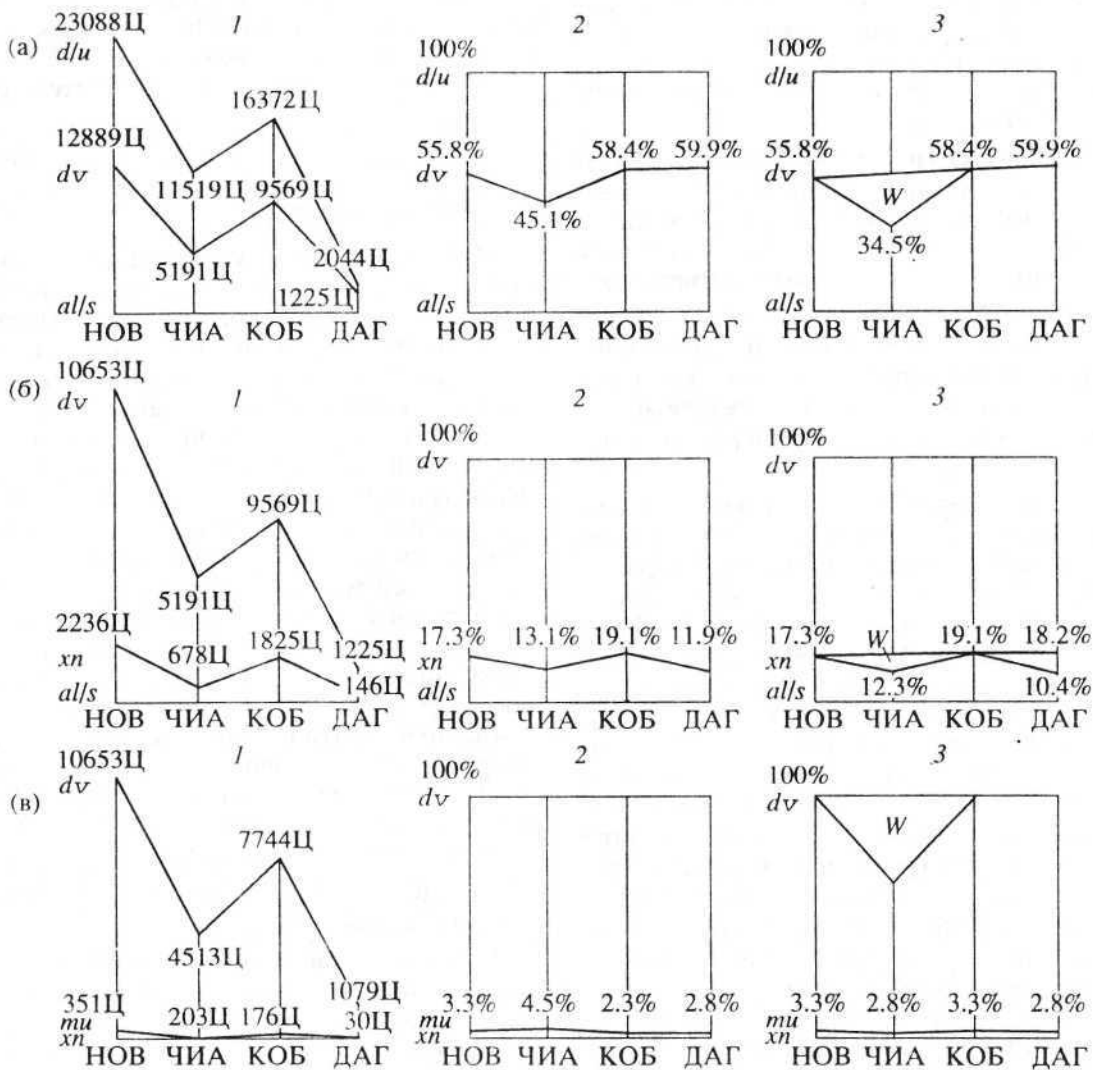
Самым лучшим маркером в кавказском стратоне является уникальная дивноморская пачка (2–15 м) с рейтингом $I_{01} = 480$ во всех прогибах с двумя прослоями кила, один из которых во всех

прогибах является крупнейшим по своей мощности с рейтингом 480, а другой – вторым–шестым по толщине среди слоев кила в кавказском стратоне с рейтингом в 240 в Кобыстанском, 160 в Дагестанском, 80 в Новороссийском прогибах (в Чиаурском прогибе кил закрыт делювием).

Кавказский стратон в Новороссийском прогибе начинается с первого НЦ и заканчивается 23088-м, а подошва дивноморской пачки с килами расположена в подошве 12889-го циклита (рисунок). Однако в других прогибах Большого Кавказа количество циклитов в кавказском стратоне иное: 11519 в Чиаурском, 16372 в Кобыстанском и 2044 в Дагестанском. Поэтому в Дагестанском прогибе просто нет 12889-го циклита, а подошва дивноморской пачки расположена здесь в основании 819-го циклита. Вывод: сопоставлять разрезы надо не просто по числу циклитов, а по их относительному количеству. Начало дивноморской пачки в Новороссийском прогибе расположено в $T_{\text{НОВ}} = 55.8\%$ от основания кавказского стратона по количеству циклитов, т.е. по геологическому времени, в Чиаурском – в $T_{\text{ЧИА}} = 45.1\%$, в Кобыстанском – $T_{\text{КОБ}} = 58.4\%$, в Дагестанском – $T_{\text{ДАГ}} = 59.9\%$. При этом $T_{\text{ЧИА}}$ резко отличается от остальных трех значений T , в среднем равных $T = 58.0\%$, что связано с крупными перерывами седиментации в додивноморской части кавказского стратона Чиаурского разреза. Допуская, что 42.0% последивноморской части кавказского стратона (в среднем по Новороссийскому, Кобыстанскому и Дагестанскому разрезам) соответствуют 54.9% той же части кавказского стратона в Чиаурском разрезе, нетрудно определить долю перерывов седиментации (W) в последнем, равную $W = (1 - 42.0/54.9) \times 100\% = 23.5\%$. Отклонения от $T = 58.0\%$ в Новороссийском разрезе $\Delta T_{\text{НОВ}} = -2.2\%$, в Кобыстанском $\Delta T_{\text{КОБ}} = 0.4\%$, в Дагестанском $\Delta T_{\text{ДАГ}} = 1.9\%$. Среднее квадратичное значение $\Delta T = 1.69\%$. Много это или мало? Свидетельствует ли эта величина ΔT о синхронности образования дивноморской пачки в разрезах Большого Кавказа или нет?

Рассмотрим таблицу 5.2 из работы (Большев, Смирнов, 1965). Ее можно использовать для расчета, допустимого на пятипроцентном уровне значимости среднеквадратичного отклонения ($Q = 5\%$, $P = 0.95$) ΔT . По этой таблице применительно к дивноморской пачке в Новороссийском прогибе $\Delta T_{\text{НОВ}} = 0.0027$, $\Delta T_{\text{КОБ}} = 0.0032$, $\Delta T_{\text{ДАГ}} = 0.0090$. Все три величины ΔT_i меньше $\Delta T = 1.69\% = 0.0169$, соответственно в шесть, пять и в два раза, что свидетельствует о их несовместимости, о наличии дополнительных причин несходности ΔT . Это прежде всего перерывы седиментации и внутриформационные размывы.

В одной из работ (Афанасьев, 1993) автором показаны 49489 размывов в основании всех цик-



Корреляция разрезов Большого Кавказа:

а – сенноманско-дагестанского кавказского стратона, d/u – граница дания и уннамеда (Афанасьев, 1993, 1994), dv – дивно-морская пачка с килами, all/s – граница альба и сеномана, Ц – циклиты, W – перерывы седиментации и внутриформационные размывы, НОВ – Новороссийский опорный разрез, ЧИА – Чиаурский опорный разрез (Грузия), КОБ – Кобыстанский опорный разрез (Азербайджан), ДАГ – Дагестанский опорный разрез;

б – сенноманско-верхнекампанского липкинско-дивноморского стратона, xn – ксанская пачка с кремнями и килами;

в – нижнетуронско-верхнекампанского ксанско-дивноморского стратона, mi – мугинский пакет с килами;

1 – по количеству натуральных циклитов (Ц); 2 – по относительному количеству натуральных циклитов (Т%); 3 – по относительному количеству натуральных циклитов с учетом перерывов седиментации (W).

литов кавказского стратона всех четырех прогибов Большого Кавказа: Новороссийского, Чиаурского, Кобыстанского и Дагестанского. Тридцать два из них, или 0.1% от общего их количества – явные, определены по выпадению из разрезов от 182 до 2224 циклитов и обычно приурочены к началу свит – четырехмиллионлетних циклитов седьмого класса и подсвит – миллионлетних циклитов восьмого класса. 697 размывов – 1.4% от общего их количества – в основном неявные, определены по резким отклонениям ΔT , связанным с выпадением 12–180 циклитов.

Они обычно приурочены к началу пачек – двухсоттысячелетних циклитов девятого класса (Афанасьев, 1993), 5513 размывов – 11.1% от общего их количества – в основном предполагаемые, определены по существенным отклонениям ΔT , связанным с выпадением 1–11 циклитов, они обычно приурочены к подошве подпачек – сорокатысячелетних циклитов одиннадцатого класса (циклов Миланковича). Основная часть размывов – 87.3% от общего их числа затрагивает лишь верхнюю часть циклитов, прежде всего биоген-

ные образования. Они связаны с подошвой всех натуральных циклитов.

Вторая причина несовпадения ΔT с $\Delta^1 T$ связана с ограниченной длиной пластов и пластовых конкреций, которые рано или поздно выклиниваются. Третья причина – фациальное замещение одних пород другими и т.д.

Итак, с оговорками о вероятных перерывах седиментации и внутриформационных размывах можно принять синхронность образования дивноморской пачки во всех прогибах Большого Кавказа, а по своему рейтингу она соответствует большекавказскому маркеру.

По палеонтологическим данным во всех четырех прогибах Большого Кавказа дивноморская пачка относится к верхам верхнекампанского подъяруса (Афанасьев, 1993; Верхний мел..., 1986 и др.).

Кавказский супергоризонт разделен дивноморской пачкой на две толщи: додивноморскую, включающую в Новороссийском опорном разрезе 12889 циклитов, и последивноморскую, состоящую из 10199 циклитов в том же разрезе. “Нужный”, или прагматичный маркер (Афанасьев, 1993), найден в большей по количеству циклитов додивноморской толще. Им оказался ксанский, или среднеананурский подгоризонт, хорошо известный из литературы (Ренгартен, 1924; Карстенс, 1932; Геология СССР, 1969; Стратиграфия СССР, 1986; Афанасьев, 1993). Ксанский подгоризонт в Новороссийском, Чиаурском и Кобыстанском разрезах представлен уникальной пачкой кремнистых пород с рейтингом 480, в Чиаурском и Дагестанском разрезах она содержит соответственно три и два крупных прослоя кила с рейтингом 240 + 160 + 48 и 240 + 69, а в Кобыстанском – пачку килос с рейтингом 48. При рейтинге I

$$I > 0.00326N + 0.0208n \quad (2)$$

маркер квалифицируется как нерутинный. Здесь N и n соответствуют количеству циклитов в изучаемом стратоне и маркере.

В рассмотренном примере $I_{\text{НОВ}} = 480$, $I_{\text{ЧИА}} = 928$, $I_{\text{КОБ}} = 528$, $I_{\text{ДАГ}} = 309$. Исключаем $I_{\text{ЧИА}} = 928$, которое, возможно, связано с локальными, небольшиекавказскими причинами. Среднее значение по трем другим разрезам $I_{\text{СРЕД}} = 428$. С учетом (2) находим, что $428 > 45.7$. Это свидетельствует о нерутинности ксанского маркера.

Основание ксанской пачки характеризуется параметрами: $T_{\text{НОВ}} = 17.3\%$, $T_{\text{ЧИА}} = 13.1\%$, $T_{\text{КОБ}} = 19.1\%$, $T_{\text{ДАГ}} = 11.9\%$ (рисунок). Два пониженные значения $T_{\text{ЧИА}}$ и $T_{\text{ДАГ}}$, вероятно, связаны с перерывами седиментации (W) в доксанской части изучаемого стратона: $W_{\text{ЧИА}} = (1 - 81.8/86.9) \times 100\% = 5.9\%$, $W_{\text{ДАГ}} = (1 - 81.2/88.1) \times 100\% = 7.8\%$, а средний параметр $T_{\text{НОВ+КОБ}} = 18.2\%$. Среднеквад-

ратичное отклонение от среднего $\sigma = 1.8 \times 0.8862 = 1.60\%$, что меньше $\sigma_0 = 3.1\%$ почти в два раза и свидетельствует о временной сходимости основания ксанского маркера в Новороссийском и Кобыстанском опорных разрезах, а по своему рейтингу он соответствует большекавказскому маркеру.

По палеонтологическим данным во всех четырех разрезах Большого Кавказа основание ксанской пачки относится к началу турона (Афанасьев, 1993; Верхний мел..., 1986).

Итак, кавказский супергоризонт двумя маркерами разбит над три толщи: доксанскую (2226 циклитов в Новороссийском опорном разрезе), ксанско-дивноморскую (10653 циклита в Новороссийском опорном разрезе) и последивноморскую (10199 циклитов в Новороссийском опорном разрезе). Третий прагматичный маркер найдем в ксанско-дивноморской толще с наибольшим количеством циклитов. Им оказался мугинский пакет с килами (рисунок). На Северо-Западном Кавказе в Новороссийском опорном разрезе – это пакет с килами (рейтинг 96), со слоем кила (рейтинг 50), суммарный рейтинг 156. В Чиаурском опорном разрезе – пакет с килами (480), слоем кила (160), суммарный рейтинг 640. В Дагестанском опорном разрезе – слой кила (240 + 160) и кремня (160), суммарный рейтинг 560. Исключаем Чиаурский опорный разрез с наибольшим рейтингом, возможно, связанным с местными причинами. В среднем по остальным трем разрезам $I_{\text{СРЕД}} = (156 \times 132 \times 560)^{1/3} = 226$. С учетом (2) находим, что $226 > 6.88$. Это свидетельствует о нерутинности мугинского пакета с килами.

В ксанско-дивноморском стратоне Новороссийского опорного разреза 10653 циклита, в ксанско-мугинском – 351, их отношение $T_{\text{НОВ}} = 3.3\%$. В Чиаурском разрезе $T_{\text{ЧИА}} = 203/4513 = 4.5\%$, в Кобыстанском – $T_{\text{КОБ}} = 176/7744 = 2.3\%$, в Дагестанском – $T_{\text{ДАГ}} = 30/1079 = 2.8\%$. Среди них резко выделяется $T_{\text{ЧИА}}$, вероятно, за счет перерывов седиментации, $W_{\text{ЧИА}} = (1 - 2.8/4.5) = 37.8\%$. Здесь $T_{\text{НОВ+КОБ+ДАГ}} = 2.8\%$, $\sigma = 0.59\%$, что значительно меньше $\sigma_0 = 3.13\%$ и свидетельствует о практической сходимости геологического возраста мугинского пакета в трех прогибах: Новороссийском, Кобыстанском и Дагестанском. Крупный размыв в Чиаурском прогибе связан с выпадением нижне- и среднеахейского подгоризонтов (Афанасьев, 1993). Таким образом, и по своему рейтингу, и по сходимости геологического возраста мугинский пакет может быть отнесен к категории большекавказских маркеров.

По палеонтологическим данным во всех четырех прогибах мугинский пакет с килами относится к нижнетуронскому подъярусу.

Таким образом, технология корреляции сводится к следующему: 1) в изученном стратоне вы-

является маркер с максимальным рейтингом – индексом I ; 2) во всех опорных разрезах вычисляются значения T_i %; 3) находится среднее значение $T_{\text{сред}}$ % и отклонения от него $\Delta_i T$ %; 4) рассчитывается среднеквадратичное отклонение σ_x %; 5) при $\sigma_x < 2\sigma_0$ устанавливается неслучайность (валидность, “истинность”) проведенной корреляции. Другими словами, относительный возраст маркера принимается одинаковым на уровне значимости $Q = 5\%$; 6) по (2) определяется нерутиность выявленного маркера и ему присваивается ранг большекавказского валидного маркера; 7) проводится биоконтроль относительного геологического возраста по остаткам фауны и флоры.

По этим правилам были найдены и проанализированы еще 193 прагматичных большекавказских маркера: нижнетуронский лысогорский кремень, верхнедатская лиманчикская пачка с песчаниками, нижнекампанская джанхотская пачка с килами, верхнемаастрихтский палагинский мергель, верхнетуронская тханская пачка с олистостромами, верхнетуронская баканская пачка с песчаниками, нижнемаастрихтский рыбацкий известняк и др.

Биоконтроль подтвердил геологический возраст всех маркеров с точностью до подъяруса. По мере увеличения номера большекавказского маркера и уменьшения количества циклитов в интервале поиска все чаще и чаще наблюдалась сходимость первичных оценок по (2) с данными из табл. 5.2 из работы (Большев, Смирнов, 1965), что свидетельствует об отсутствии крупных внутриформационных размывов. Наряду с этим подтверждались ранее установленные перерывы седиментации по выпадению тех или иных маркеров. Другими словами, предполагавшиеся по (2) перерывы седиментации переводились в ранг явных (по выпадению маркеров).

Количество большекавказских маркеров не ограничивается выделенными 195-ю и теоретически может быть доведено по крайней мере до 2347 – числа натуральных циклитов в Дагестанском опорном разрезе (Афанасьев, 1993). Принципиально к такому же выводу пришел Котиллон (Cotillon, 1989), установивший, что слоистая ритмичность пелагических толщ мелового возраста является результатом единого мирового процесса.

Уравнение (1) можно использовать для прогнозирования количества глобальных ($L = 20000$ км) стратонав. В работе (Афанасьев, 1993) рассмотрены флишевые отложения свит снегуревской-цице, включающие в Новороссийском опорном разрезе 4300 циклитов, или 11395 слоев. Продолжительность образования этих отложений составляет $T = (67441 \pm 26t) - (62225 \pm 24t) = 5215 \pm 35t$ тыс. лет, длительность формирования одного циклита $12312.8 \pm 8.1t$ неолет, а одного слоя – $457.7 \pm 3.1t$ неолет. В соответствии с (1) на 20000 км

ожидается лишь один глобальный стратон из $47.4 \pm 20.6t$ слоев верхнемеловых–датских флишевых отложений Новороссийского опорного разреза. Таким образом, длительность образования одного глобального стратона составляет $(47.4 \pm 20.6t) \times (457.7 \pm 3.1t)$ неолет = $21693 \pm 9428t$ неолет, что соответствует времени формирования одного гилберта (Gilbert, 1895), или одного (минимального из четырех) цикла Миланковича (Milankovich, 1941; Berger et al., 1989).

Итак, глобальная шкала может включать $569700/21.693 = 26262$ фанерозойских стратона, что в 108 раз больше максимального их количества, опубликованного в работе (Афанасьев, 1994).

Количество глобальных стратонов фанерозоя растет с каждым годом: например, Ардуино (Arduino, 1759) выделил четыре (первичные, вторичные, третичные и дилювиальные образования), к 1841 г. были установлены все геологические системы, часть отделов и ярусов. В 1987 г. в работе (Афанасьев, 1987а) отмечалось, что к 1990 г. ожидается публикация геохронологической шкалы фанерозоя, включавшей 146 изотопных датировок, а к 2000 г. – 264-х. В работе (Harland et al., 1990) опубликовано 124 датировки начала фанерозойских стратонов, а в работе (Афанасьев, 1994) – 244, что свидетельствует о практической реализации опубликованного в 1967 году прогноза. По уравнению

$$\lg n = 0.3058(T - 1970) + 1.5541 \quad (3)$$

в 2059–2072 гг. ($T = 2059 \div 2072$) ожидается опубликование $n = 26262 \pm 14072t$ датировок рубежей фанерозоя и, следовательно, завершение построения глобальной геохронологической шкалы фанерозоя.

ВЫВОДЫ

Из анализа приведенных и ранее опубликованных работ автора (Афанасьев и др., 1961, 1967, 1987б) следует, что применение предложенного выше метода позволяет осуществить послойную корреляцию верхнемеловых–датских флишевых отложений Южного склона Большого Кавказа на расстоянии до 1035 км. Установлено, что на 1035 км прослеживается каждый десятый слой флишевых отложений. Это позволило выделить среди верхнемеловых–датских отложений Большого Кавказа 196 синхронных большекавказских маркеров. Их синхронность определена по относительному количеству циклитов и подтверждена по палеонтологическим данным. Другими словами, составлена литостратиграфическая шкала верхнего мела – дания, включающая почти 400 стратонов. Непротиворечивость ее с биостратиграфической шкалой подтверждена по палеонтологическим данным. Длительность образования одного глобального стратона ожидается

равной 22 ± 9 тыс. лет, что соответствует формированию одного гилберта, или минимального (из четырех) цикла Миланковича. К 2059–2072 году предполагается завершение построения глобальной геохронологической шкалы фанерозоя, включающей 18–46 тысяч стратонов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Афанасьев С.Л.* К вопросу об изменчивости мощности слоев во флишевых отложениях // Вестник МГУ. Сер. IV. Геология. № 2. 1961а. С. 42–51.
- Афанасьев С.Л., Андреева М.В., Швембергер Ю.Н.* Флишевые отложения датского яруса и нижнего палеоцена южного склона Большого Кавказа // Геологическое строение и нефтегазоносность районов Волго-Уральской области, Кавказа и Предкавказья. Тр. ВНИГРИ. 1961. Вып. XXXIV. С. 193–213.
- Афанасьев С.Л.* Выдержанность слоев во флише // Бюл. Моск. об-ва испыт. природы. Отд. геол. 1967. Т. 42. Вып. 3. С. 55–69.
- Афанасьев С.Л.* Геохронологическая шкала фанерозоя и проблема геологического времени М.: Недра, 1987а. 144 с.
- Афанасьев С.Л.* Унифицированная стратиграфическая схема верхнего мела Большого Кавказа // Геология и полезные ископаемые Большого Кавказа. М.: Наука, 1987б. С. 140–146.
- Афанасьев С.Л.* Флишевая формация: закономерности строения и условия образования. М.: Росвузнаука, 1993. 359 с.
- Афанасьев С.Л.* Геохронологические шкалы фанерозоя: изотопная, наноциклитная и макроциклитная // Математические методы анализа цикличности в геологии. Вып. 6. М.: Росвузнаука, 1994. С. 6–20.
- Большев Л.Н., Смирнов Н.В.* Таблицы математической статистики. М.: Наука, 1965. 464 с.
- Вассоевич Н.Б.* Флиш и методика его изучения. Л.; М.: Гостоптехиздат, 1948. 216 с.
- Верхний мел Юга СССР / Алиев М.М., Миркамалов Х.Х. (ред.) М.: Наука, 1986. 228 с.
- Гамбашидзе Р.А.* К стратиграфии верхнемеловых отложений междуречья Лиахви-Арагви // Сообщ. АН ГрузССР, 1973. Т. 70. № 2. С. 369–372.
- Геология СССР. Т. 9. Северный Кавказ. Ч. 1. Геологическое описание. М.: Наука, 1968. 759 с.
- Ивановская А.В., Афанасьев С.Л.* Строение разреза и выдержанность слоев отложений рифея стрельногорской свиты р. Нижняя Тунгуска // Литология и геохимия верхнего докембрия Сибири. Новосибирск: Наука, 1970. С. 4–20.
- Карпенс И.Э.* Анаурский горизонт // Тр. Нефт. геолого-разв. ин-та. Сер. Б. 1932. Вып. 35. 1932. С. 1–7.
- Ренгартен В.П.* Геологические исследования в южной части Военно-Грузинской дороги в 1923 г. // Изв. Геол. Ком-та. 1924. Т. 43. № 7. С. 871–890.
- Стратиграфия СССР. Меловая система. М.: Недра, 1986. 340 с.
- Толковый словарь английских геологических терминов. Т. 2. М.: Мир, 1978. 590 с.
- Халилов А.Г., Али-Заде А.А.* Стратиграфическое расчленение верхнего мела Кобыстана в свете новых данных // Изв. АН АзССР. Сер. наук о Земле. 1968. № 1. С. 68–71.
- Arduino G.* Osservazione sulla fisica costituzione della Alpi Veneti. Venice, 1759.
- Berger A., Loutre M.F., Dehant V.* Pre-Quaternary Milankovich frequencies // Nature, 1989. V 342. № 6246. P. 133.
- Cotillon P.* Eustacy record of Tethyan margin: a new approach through the study of carbonate flux variation in the Tithonian-Aptian section at DSDP Site 534 (Central Atlantic) // Meet. Mesozoic Eustacy Rec. West. Tethyan Margina. Paris, 1989. P. 17–19.
- De Geer G.* A geochronology of the last 12000 years // Congr. Intern. Geol., Compt. Rend. 11. Stockholm, 1910. P. 241–253.
- Gilbert G.K.* Sedimentary measurement of geologic time // J. Geol. 1895. V 3. № 2. P. 7–19.
- Harland W.B., Armstrong K.L., Cox A.V., Craig L.E., Smith A.G., Smith D.G.* A geologic time scale. Cambridge: Univ. Press, 1990. 262 p.
- Milankovich M.* Kanon der Erdbestrahlung und seine Anwendung auf das Eiszeitenproblem // R. Serb. Acad. Sec. Publ., 1941. P. 17–29.
- Holmes A.* The age of the Earth. London; New York: Harper, 1913. 56 p.

Рецензенты Ю.Б. Гладенков, В.А. Красилов