



ЭТО ПОДОЗРИТЕЛЬНО ПРИТИХШЕЕ СОЛНЦЕ. Аномалия или закономерность?

В. И. Козлов



Валерий Игнатьевич Козлов, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник лаборатории теории космической плазмы Института космических исследований и астрономии им. Ю.Г. Шафера СО РАН.

В год четырехсотлетия применения телескопа в астрономии Международный астрономический союз принял решение объявить 2009 г. Международным годом астрономии (МГА-2009). По иронии судьбы, в 400-летний юбилей открытия Галилео Галилеем солнечных пятен, их-то как раз по состоянию на 1 апреля (хороши шуточки) и не наблюдается. В течение первых 79 дней 2009 г. на Солнце пятен вообще не обнаружено!? Впервые в 23-м текущем 11-летнем цикле дни с абсолютно чистым диском Солнца были зарегистрированы в 2004 г. С того времени таких дней набралось уже 590, при средней «норме» для минимума цикла – 485. За весь 2008 г. в 266 днях (73%) солнечные пятна отсутствовали полностью и мы, таким образом, вплотную приблизились к столетнему рекорду 1913 г., когда таких дней насчитывалось 311 (рис. 1). По этой причине некоторые ученые даже назвали 2008 г. «самым белым годом» за всю 50-летнюю эпоху космической эры. «Ничего экстраординарного не происходит, беспokoиться нечего, все протекает в пределах статистической нормы, – утверждает другая группа ученых, – просто сейчас регистрируется оче-

редной минимум 11-летнего цикла солнечной активности, и не более того». Правда, по всем прогнозам в 2008 г. минимум текущего 23-го цикла должен был уже закончиться и начаться следующий 24-й, но этого не происходит. С чем мы столкнулись? Аномалия или... закономерность? Является ли затянувшийся минимум солнечного цикла чрезвычайным, или это только запоздалая, «компенсирующая» реакция Солнца на необычайно интенсивные предшествующие солнечные циклы? Представляется, что положение скорее чрезвычайное. И на это есть все основания.

Аргументы и факты

Последние данные, полученные с космических аппаратов, указывают на то, что солнечный ветер «теряет силу»: среднее давление снизилось на 20% по сравнению с серединой 90-х гг. XX века. Причем, это самое низкое давление за все время существования космического мониторинга. И это еще не все. В течение последних 10 – 12 лет общее магнитное поле Солнца ослабло на 30%! Радиотелескопы регистрируют сейчас самое «тусклое» радиоизображение Солнца по сравнению с первы-

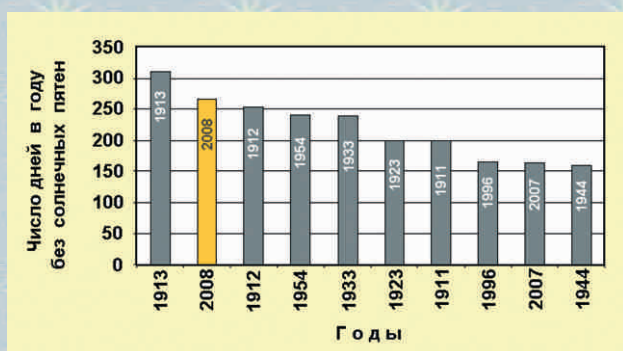


Рис. 1. Диаграмма распределения (в порядке убывания) числа дней в году без солнечных пятен [1].

*По оси ординат – число дней в году без пятен.
По оси абсцисс – годы.*

ми измерениями в 1955 г. (то же самое происходит в ультрафиолетовом диапазоне). Возможно, что уменьшение радиоэмиссии как раз и связано с ослаблением солнечного магнитного поля. Таким образом, налицо интрига, лихо закрученная Солнцем не раньше и не позже, а именно в 400-летний юбилей открытия солнечных пятен. Может быть, нам действительно повезло, и мы можем оказаться свидетелями столь захватывающего и настолько же редкого явления, как глубокий (или глубочайший?) минимум солнечной активности.

Кстати, о прогнозах

Прогнозы вообще, да к тому же в науке, вещь неблагодарная, особенно в космической физике. Здесь отсутствует так называемая воспроизводимость условий «эксперимента», если так можно говорить о гелиогеофизическом явлении. Наблюдать же то, что предсказано, удастся вообще чрезвычайно редко. Тем не менее, предсказывалось, как минимум, увеличение длительности 23-го текущего 11-летнего цикла [2 – 4]. Этот прогноз основывался на обнаружении инвариантных свойств 11-летнего цикла: длительность переходного колебательного процесса смены знака общего магнитного поля Солнца находится в обратной зависимости от амплитуды цикла. В итоге, автором была выдвинута гипотеза о постоянстве площади «заметаемой» под кривой 11-летнего цикла, из которой следовало, что чем меньше амплитуда цикла в максимуме, тем больше его длительность (и наоборот). К примеру, затяжным оказался «слабый» 20-й цикл. Подобное увеличение продолжительности цикла ожидалось нами и в текущем 23-м цикле. Сейчас, в первой половине 2009 г. (т.е. по истечении трех лет) можно определенно сказать, что прогноз увеличения длительности 11-летнего цикла успешно подтверждается.

«Захватывающий» сценарий

В случае реализации на Солнце модели «странного аттрактора» Лоренца [2], низкочастотный дрейф периода 11-летнего цикла может служить еще и признаком начавшегося сбоя 11-летней цикличности. Действительно, существует, по меньшей мере, четыре сценария срыва регулярной конвекции (предельного цикла). Но независимо от сценария, во всех случаях срыва регулярных колебаний в спектре появляется так называемая

низкочастотная «подложка», или «низкочастотный пьедестал» (по нашей терминологии – «низкочастотный дрейф»). Важнейшим же свойством аттрактора Лоренца является его «грубость», или структурная устойчивость, которая сохраняется при вариации параметров и начальных условий. Это связано с тем, что аттрактор является единственным – «бассейном притяжения» слугит все фазовое пространство.

Таким образом, если уж произошел «захват» динамической системы (Солнца) в область хаотического аттрактора Лоренца, то это надолго (реализуется очередной «маундеровский» минимум). Очевидно, что это нас и ожидает в ближайшее время. Теперь остается в этом только убедиться. С другой стороны того, на что указывают данные измерений на космических аппаратах (20%-й спад среднего давления солнечного ветра и 30%-е ослабление общего магнитного поля Солнца), уже достаточно, чтобы сделать вывод об обнаружении неординарного спада активности Солнца!

Значимость подобного вывода обязывает проведение контрольного расчета по его верификации, т.е. независимой проверке. И такой альтернативный подход нами был найден. Речь идет о новом способе формализации динамики флуктуаций космических лучей на геоэффективных фазах 11-летнего цикла методом аппроксимации экспериментальных гистограмм интенсивности космических лучей асимметричной функцией распределения Вейбулла [5]. При этом оказалось, что новый индекс солнечной активности – параметр формы космических лучей – имеет очень высокий коэффициент корреляции ($R=0,87$) с традиционным индексом солнечной активности – числами Вольфа (рис. 2).

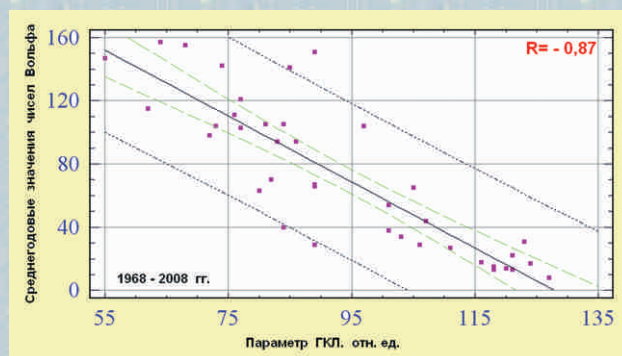


Рис. 2. Линейная регрессионная связь традиционного индекса солнечной активности (чисел Вольфа) с новым индексом солнечной активности – параметром формы космических лучей за 4 последних 11-летних цикла (20 – 23) с 1968 по 2008 гг.

По оси ординат – среднегодовые значения чисел Вольфа. По оси абсцисс – соответствующие значения параметра формы космических лучей, рассчитанного по 5-мин. данным высокоширотного нейтронного монитора ст. Оулу (Финляндия).

Сразу можно сказать, что независимый контрольный расчет по оценке параметра формы космических лучей подтвердил ранее полученный результат (рис. 3). В новом параметре космических лучей также обнаружен

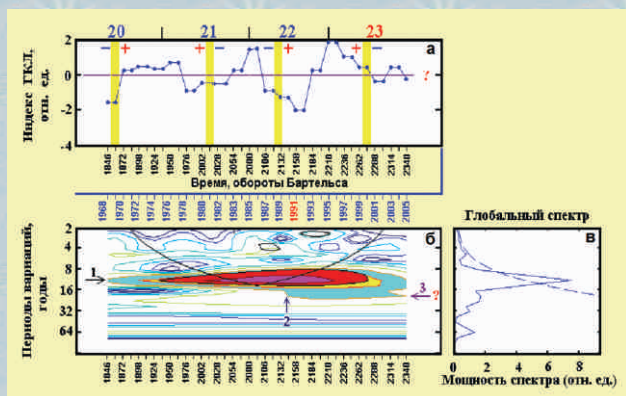


Рис. 3. Результаты вейвлет-анализа тонкой структуры 11-летнего цикла по «индексу мерцаний» космических лучей [2].
 В верхней части рисунка (а) приведен временной ход среднегодовых значений индекса мерцаний космических лучей ст. Оулу (Финляндия) в отн. едн. По оси абсцисс отложено время – номера оборотов Солнца по системе Бартельса и годы. В нижней части (б) приведена вейвлет-диаграмма, отражающая динамику структуры 11-летнего цикла во времени. Местоположение 11-летней вариации показано горизонтальной стрелкой слева(1), а начало «дрейфа» – вертикальной стрелкой снизу (2). По оси ординат отложены периоды вариаций в годах, по оси абсцисс – время (номера солнечных оборотов). В правой части рисунка (в) показан усредненный (глобальный) спектр вариаций в целом, за весь анализируемый период.

низкочастотный дрейф периода 11-летнего цикла (рис. 4). Кроме того, низкочастотный дрейф выявлен и в электрическом поле солнечного ветра, обусловленном, как известно, межпланетным магнитным полем и скоростью солнечного ветра. Таким образом, проведенная верификация подтверждает сделанный ранее автором вывод: сейчас мы действительно находимся в условиях неординарного спада активности Солнца, к тому же, спада прогнозируемого...за три года до наблюдаемых сейчас событий.

Смена парадигмы

Существенно, что именно нелинейные модели допускают «срыв» автоколебаний – «сбой» 11-летней цикличности. Важно напомнить об этом потому, что сейчас более известна упрощенная, как мне представляется, точка зрения, которая основана на линейной идеологии «принципа суперпозиции»: сложное поведение солнечной цикличности объясняется простым наложением периодических синусоидальных колебаний различных длин волн (11 лет, 100 лет, 200 лет и т. д.). И потому, например, прогноз Х. Абдусаматова о наступлении глубокого солнечного минимума дается на начало 40-х годов XXI в., т.е. на минимум, в частности, 200-летней волны [6]. Очевидно, что сейчас в науке происходит смена «линейной парадигмы» на... нелинейную, и недооценка этого может нам дорогого стоить.

«Конец света» ... откладывается

В последнее время в прессе появились сенсационные сообщения об очередном «конце света», причем, в

буквальном смысле, т.е. непосредственно связанном с судьбой Солнца и, следовательно, с судьбой нашей цивилизации вообще [7]. Источником «судьбоносных» сенсаций явились выводы американских исследователей о грядущих гигантских вспышках на Солнце, которые ожидаются в 2012 г., т.е. в период наступления ожидаемого (в рамках общепринятых представлений) максимума предстоящего 24-го цикла. Очевидно, что мы снова сталкиваемся с той же самой проблемой прогноза 11-летнего цикла, точнее, оценкой значения амплитуды 24-го цикла в максимуме и времени его наступления (проблема прогноза величины и момента наступления локальных событий – гигантских солнечных вспышек – до сих пор не решена). Мощные в обычное время, солнечные взрывы сейчас перемещаются в замедленном темпе (~300 км/с), словно это не сверхзвуковые образования типа ударных волн в среде, а часть структуры более медленного солнечного ветра. Получается, что выбросы корональной солнечной массы как бы «вморожены» в плазму солнечного ветра, распространяясь вместе с ним. Раньше, даже в годы солнечного минимума, скорость таких выбросов часто превышала 500–600 км/с (в годы максимальной солнечной активности скорость может превышать и 1000 км/с). Уже установлено, что почти все выбросы корональной массы, наблюдаемые с конца апреля 2008 г., были очень медленными, т.е. распространялись со скоростью менее 300 км/с. Что это, как не еще один аргумент в пользу подозрительно «затихшего» Солнца.

Что же касается ситуации с источниками солнечных вспышек, то сами солнечные пятна, изредка появляющиеся на Солнце в последнее время, тут же исчезают на второй или третий день. Так случилось и с пятном,

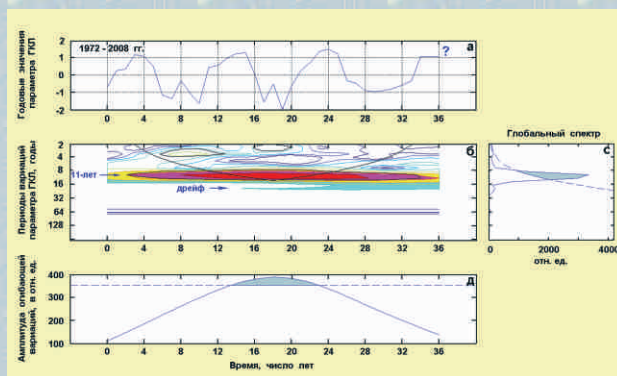


Рис. 4. Результаты вейвлет-анализа тонкой структуры 11-летнего цикла по «параметру формы» космических лучей.
 В верхней части рисунка (а) приведен временной ход среднегодовых значений параметра формы космических лучей ст. Оулу (Финляндия) (в отн. ед.). По оси абсцисс отложено время – число оборотов Солнца. В нижней части (б) приведена вейвлет-диаграмма, отражающая динамику структуры 11-летнего цикла во времени (местоположение «дрейфа» показано нижней горизонтальной стрелкой). По оси ординат отложены периоды вариаций в годах, по оси абсцисс – время (число солнечных оборотов). В правой части рисунка (с) показан усредненный (глобальный) спектр вариаций в целом, за весь анализируемый период. В нижней части рисунка (д) показана амплитуда огибающей вариаций параметра формы космических лучей.

вызвавшим бурную дискуссию в средствах массовой информации. Впервые это пятно появилось 13 марта 2009 г., причем на невидимой стороне нашего светила. Его активность проявилась в виде взрывного выброса с 16 на 17 марта. Предвестник в космических лучах был зарегистрирован нами с 18 на 19 марта (рис. 5). На Земле этот уникальный «залимбовый» выброс проявился через двое суток, 21 марта, в виде небольшого понижения радиационного фона. Этому понижению интенсивности космических лучей соответствует диагностический сигнал 21 марта, хотя само пятно при выходе его на видимую сторону поверхности Солнца уже не регистрировалось (см. рис. 5).

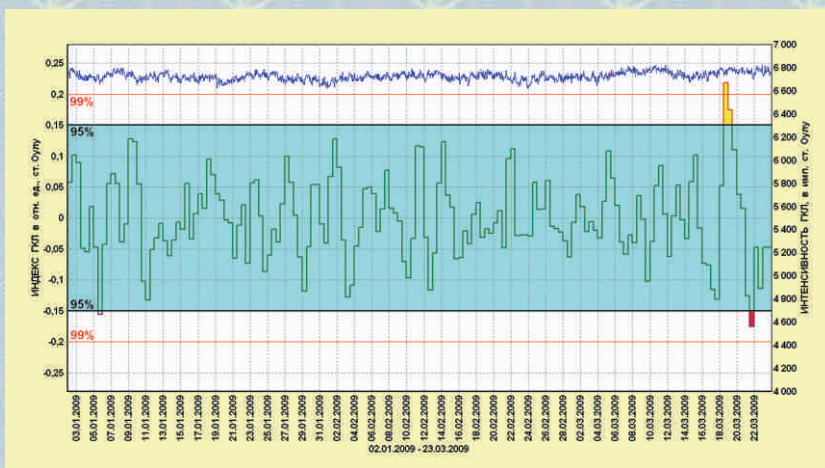


Рис. 5. Результаты оперативного прогноза межпланетной ударной волны от выброса корональной массы 16 марта 2009 г. Горизонтальными линиями показаны двухсторонние уровни значимости: 95% (зеленая полоса – уровень «шума») и 99% (красная полоса). Высокочастотный предвестник, зарегистрированный 18 марта, превышает 99%-й уровень (выделен желтым цветом). Низкочастотный диагностический сигнал зарегистрирован 21 марта (выделен красным цветом). В верхней части рисунка – 5 мин. значения интенсивности космических лучей ст. Оулу (Финляндия) в анализируемый период. По оси абсцисс – время (нанесена двухсуточная шкала).

Уникальность данного события в том, что на Солнце в это время полностью отсутствовали другие источники активности (солнечные пятна и корональные дыры) не только на видимой, но и на невидимой частях солнечного диска. Эта ситуация является просто идеальной для идентификации источника предвестника в космических лучах. Вторичный «восход» данной активной области (пятна) ожидался через оборот Солнца, т.е. через 27 дней (16 – 17 апреля). Следующий выброс корональной массы из данной активной области (пятна) произошел снова на противоположной от нас, невидимой стороне солнечной поверхности 11 апреля. Столь необычные по условиям регистрации события 16 марта и 11 апреля 2009 г. возможно и послужили источником различного рода домыслов, появившихся в средствах массовой информации в середине апреля.

В отношении сенсационных сообщений американских ученых о «конце света» хотелось бы привести комментарий известного специалиста в области физики солнечных вспышек, руководителя отдела физики

Солнца Государственного астрономического института им. Штернберга Бориса Сомова, высказанный им в интервью программе «Доброе утро, Россия!» 15 апреля [7]: «Конец света», предсказанный американскими учеными, откладывается. Я не могу подтвердить прогноз, который дают американские специалисты, потому что сейчас нет возможности столь далеко прогнозировать и предсказывать настолько точно такие большие вспышки и выбросы на Солнце».

Чего действительно следует опасаться, так это последствий увеличения радиационного фона галактического космического излучения, т.е. увеличения интенсивности космических лучей из-за ослабления солнечной активности. Действительно, только в текущем 23-м цикле интенсивность в минимуме активности Солнца сейчас самая максимальная за все четыре 11-летних цикла! (рис. 6). Увеличение радиационного фона чревато не только увеличением дозы радиации для экипажей космических кораблей и обитаемых орбитальных станций. В условиях повышенной радиации придется пересмотреть нормативы расчетов на надежность систем жизнеобеспечения и телеметрии космических аппаратов, пересчитать дозы радиации для экипажей и пассажиров обычных авиалиний. Все это нужно учитывать уже сейчас.

В случае же сбоя 11-летней цикличности, т.е. наступления своего рода «затяжного минимума» солнечной активности, положение только усугубится. Особенно на фоне начавшегося процесса инверсии (смены знака) геомагнитного поля (магнитного «щита» Земли) от галактического космического излучения. Причем не следует забывать и о том, что в условиях повышенного радиационного фона увеличивается вероятность мутаций не только в генетическом материале человека, животных и растений, но и различных вирусов (и к этому следует быть готовыми). Так что еще неизвестно, что хуже – экстремальная солнечная активность или ... ее отсутствие. Защищает нас от радиации не только магнитосфера (магнитная оболочка Земли), но и ... активное Солнце, в результате чего и формируется самая первая защитная оболочка всей солнечной системы – гелиомагнитосфера (попросту – гелиосфера).

Очевидно, что ослабление защитных свойств гелиосферы в условиях «затяжного минимума» солнечной активности, в случае «сбоя» 11-летней цикличности приведет к еще большему увеличению потока фонового галактического излучения. Увеличение же интенсивности космических лучей способствует усилению процесса облакообразования и, как следствие, к понижению температуры в планетарном масштабе [8]. В этом и заключается альтернатива процессу глобального потепления. От того, как будут развиваться в перспективе дальнейшие события на Солнце, возможно, и будет зависеть судьба цивилизации на Земле. Причем точно так же, как она

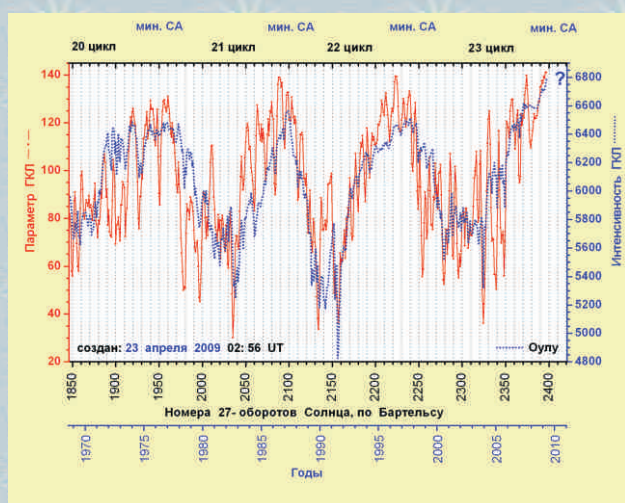


Рис. 6. Параметр формы космических лучей в относительных единицах (сплошная кривая красного цвета, шкала слева) и интенсивность ГКЛ в импульсах ст. Оулу (Финляндия) (точечная кривая синего цвета, шкала справа) за 4 последних 11-летних цикла солнечной активности №20 – 23. Отмечены моменты наступления минимумов солнечной активности для всех 4-х циклов. По оси абсцисс – время (номера оборотов Солнца по системе Бартельса и годы). Знак вопроса (?) в текущем минимуме 23-го цикла маркирует максимальное значение интенсивности в настоящий момент.

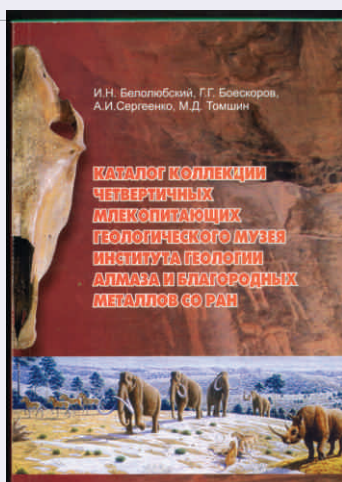
зависела от него и раньше. Мы – «дети Солнца», так было, есть и будет! Это особенно важно осознавать в Международный год астрономии.

Основные результаты статьи были доложены автором на Международном симпозиуме «Международный гелиогеофизический год – 2007: новый взгляд на солнечно-земную физику», проходившем в г. Звенигороде 5 – 11 ноября 2007 г. [9], а также на Всероссийской конференции «Плазменные процессы в системе Солнце – Земля» в Институте космических исследований (ИКИ РАН), проходившей с 17 по 20 февраля 2009 г. в г. Москве [10].

Литература

1. <http://www.vz.ru/society/2008/1/39517.html>.
2. Козлов В.И. Грядет ли сбой 11-летнего солнечного цикла? // Наука и техника в Якутии. – 2006. – № 1 (10). – С. 51–56.
3. Козлов В.И. Загадка цунами: земных и космических // Наука и техника в Якутии. – Якутск, – 2006. № 2 (11). – С. 58–63.
4. Козлов В.И. Марков В.В. Вейвлет-образ тонкой структуры 11-летнего цикла по исследованию флуктуаций космических лучей в 20 – 23 циклах // Геомагнетизм и аэрономия. – 2007. – Т. 47. – № 1. – С. 47–55.
5. <http://www.forshock.ru/>.
6. <http://www.vz.ru/society/2008/1/22/139517.html>.
7. news.mail.ru/society/2518212/.
8. Крымский Г.Ф. Космические лучи и погода // Наука и техника в Якутии. – 2005. – № 1 (8). – С. 3–6.
9. Козлов В.И. «Аномальная» активность Солнца в «слабых» циклах 20 и 23 как проявление инвариантности 11-летнего цикла // Солнечно-земная физика. – 2008. – Т. 1. – Вып. № 12. – С. 32–33.
10. Козлов В.И. Затягивание периода текущего 23 цикла – как проявление инварианта 11-летнего цикла: «амплитуда-длительность» // Тезисы доклада на Всероссийской конференции «Плазменные процессы в системе “Солнце – Земля”». – Москва: ИКИ РАН, 2009. – С. 24.

НОВЫЕ КНИГИ



Каталог коллекции четвертичных млекопитающих Геологического музея Института геологии алмаза и благородных металлов СО РАН / И.Н. Белолюбский и др.; [отв. ред. Е.Н. Машченко]; ИГАБМ СО РАН. – Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2008. – 204 с. + вкл.

В данной книге приводятся сведения о коллекции остатков млекопитающих четвертичного периода, хранящихся в Геологическом музее ИГАБМ СО РАН. В краткой форме описан ряд основных опорных разрезов четвертичных отложений Якутии. Сведения о коллекции ископаемых млекопитающих – животных плиоцен-эоплейстоценовой олерской фауны, средннеоплейстоценовых фаун и поздннеоплейстоценовой мамонтовой фауны (более 6 тыс. единиц хранения) представлены в виде каталога. Приводятся подробные описания основных экспонатов, находящихся в экспозиции музея.

Книга представляет интерес для палеонтологов, биостратиграфов, палеотериологов и краеведов, интересующихся историей развития органического мира на территории Якутии.