УДК ????

Исследование звезд гало.
I. Атлас спектров в диапазоне 3550-5000 ÅÅ.

В.Е. Панчук, С.В. Ермаков, В.Г. Клочкова

Специальная Астрофизическая Обсерватория РАН

Аннотация.

Дано введение в проблему спектроскопических исследований звезд гало. Формулируются требования к спектроскопическому материалу, пригодному для изучения распространенности химических элементов в атмосферах самых старых объектов Галактики. Описан метод наблюдений и обработки спектрального материала. Отмечены особенности метода построения атласа спектров и отождествления линий. Для четырех объектов в интервале металличности $-3.0 < [Fe/H] < -0.6$, температур $4750 < T_{eff} < 5900$K, светимостей $1.6 < \lg g < 5.0$, представлен атлас спектров в диапазоне 3550–5000Å со спектральным разрешением R = 60000. Определены параметры моделей атмосфер и содержание 29 химических элементов и их ионов . Исследованы ошибки определения содержания различных химических элементов.

Введение

Проблема происхождения химических элементов

Одной из основных проблем, решаемых астрофизикой, является исследование химического состава звездных атмосфер, с конечной целью понять, где и как образуются различные химические элементы. Согласно общепринятой картине, наблюдаемая часть Вселенной началась Большим Взрывом. В течение нескольких первых минут в Большом Взрыве сформировались все ядра водорода и значительная часть ядер гелия, из присутствующих сегодня во Вселенной. Газ конденсировался в гигантские облака, послужившие основой для формирования протогалактик. Часть вещества протогалактик израсходована на строительство первых звезд. Химический состав этих звезд должен быть таким же, что и вещества, синтезированного в Большом Взрыве: водород, гелий и немного лития. В недрах массивных звезд первого поколения последовательно происходили процессы горения гелия, углерода, кремния; в последнем процессе синтезируется большинство элементов железного пика. Когда, в конце своей жизни, массивная звезда взрывалась как Сверхновая, ядра синтезированных тяжелых элементов рассеивались в межзвездной среде, являясь исходным продуктом для генерации звезд второго поколения. Эти тяжелые элементы можно назвать первичными, т.е. синтезированными в звездах первого поколения. В массивных звездах первого поколения различные тяжелые элементы не синтезировались одинаково эффективно. В тех объектах первого поколения, которые заканчивают свою эволюцию производством ядер железного пика, и взрываются как Сверхновые, эффективен синтез элементов тяжелее железа в процессе финальной нейтронизации вещества в плотных нейтронных потоках (r-процесс), но не образуются элементы, для синтеза которых необходимо облучение ядер железного пика медленными нейтронами (s-процесс). Например, в звездах первого поколения невозможно синтезировать значительное количество ядер бария. Для эффективного синтеза бария, часть вещества, обогащенного первичными элементами железного пика, должна быть израсходована на образование звезд второго поколения. Затем, в процессе эволюции звезд второго поколения, у части из них (с массами меньше примерно 8 $\mathcal{M}_\odot$) должны реализоваться условия, обеспечивающие возможность протекания реакций s-процесса. Поэтому барий, как и другие элементы, синтезируемые в s-процессе, называются вторичными элементами. Звезды третьего поколения, построенные как из вещества, прошедшего фазу второго поколения, так и из вещества, выброшенного первичными звездами, содержат все тяжелые элементы, но относительное содержание вторичных элементов значительно понижено. Такие звезды наблюдаются в большом числе.

Скорость эволюции определяется массой звезды, поэтому представляется теоретически вероятным обнаружение сегодня маломассивных звезд первого и второго поколений. Звезды первого поколения, если ультрамаломассивная доля их все еще существует, содержат только водород, гелий и литий. В атмосферах звезд второго поколения не должны наблюдаться вторичные элементы, но элементы тяжелее железа, синтезируемые преимущественно в r-процессе, должны присутствовать.

Требования к наблюдательному материалу

Вышеизложенная ситуация, понятная со времен пионерских работ по химической эволюции Галактики, приобрела практический характер только после массового ввода в астрономическую практику новых твердотельных малошумящих светоприемников - полупроводниковых приборов с зарядовой связью (ПЗС). Именно технология ПЗС позволила расширить область применения спектрографов высокого разрешения на значительное число слабых звезд, среди которых методами фотометрии и в специализированных обзорах с низким спектральным разрешением выделены звезды третьего поколения. Вслед за применением ПЗС на старых реконструированных спектрографах, разработанных под светоприемники предыдущих поколений, были созданы новые спектрографы, оптимально приспособленные под формат и линейное разрешение, характерные для матриц ПЗС.

При переходе от горячих звезд к спектральным классам F, G и K, средняя величина проекции скорости осевого вращения звезды на луч зрения ($V \sin i$) снижается, что выдвигает повышенные требования к спектральному разрешению. Роль эффектов взаимного блендирования спектральных линий также возрастает, поэтому для изучения второстепенных спектральных деталей в блендах, требуется увеличивать отношение сигнал/шум (S/N) в спектре. Для поиска неблендированных линий необходимо регистрировать более широкий спектральный интервал. Ширина спектрального диапазона является определяющей и в том случае, когда необходимо получить информацию о линиях максимально большого числа элементов. При переходе к звездам с "ультрадефицитом" металлов (далее – UMD) интенсивности линий металлов становятся столь малыми, что для изучения основных характеристик распространенности химических элементов следует наблюдать в синем и ультрафиолетовом диапазонах спектра, где плотность спектральных линий выше. Понятно, что спектрограф и светоприемник должны быть максимально эффективными именно в этих диапазонах.

Рост возможностей БТА в задаче исследования звезд с дефицитом металлов проиллюстрируем на следующем примере. В 1990 году мы приступили к наблюдениям на первой модели эшелле спектрографа РЫСЬ с матрицей ПЗС 530x580 элементов (Клочкова, 1992). Число одновременно регистрируемых фрагментов спектральных порядков составляло, в среднем 20, число одновременно передаваемых элементов спектра составляло около 20x280=5600. Переход на матрицу ПЗС 1040x1160 элементов, при соответствующей модификации спектрографа в 1995 году, привел практически к четырехкратному увеличению числа одновременно передаваемых элементов спектра (Панчук и др., 1999a). Для работ с матрицей ПЗС форматом

2048x2048 элементов пришлось построить новый спектрограф НЭС (Панчук и др., 1999б; Панчук и др., 2002а), число одновременно передаваемых элементов спектра возросло еще в 4 раза, а спектральное разрешение - в 2 раза. Таким образом, только за счет изменения формата используемых светоприемников, эффективность спектроскопических наблюдений с высоким разрешением на БТА в течение 10 лет возросла в 32 раза (причем это оценка снизу, т.к. здесь не учитываем известный прогресс в квантовой чувствительности ПЗС, фактор 3-6, в зависимости от диапазона длин волн). В ближнем ультрафиолете возможности БТА в рассматриваемых задачах возросли более чем на два порядка, и существует еще небольшой резерв (Панчук и др., 2002б).

Оценим требования к проницающей способности метода наблюдений, исходя из распространенности звезд с дефицитом металлов. Число звезд ΔN ярче предельной величины ($V < V_{\rm lim}$), в данном интервале металличностей Δ[Fe/H], оценено в приближении модели химической эволюции изолированного объема, в предположении, что уже известны все UMD-звезды ярче 10-й величины (Ниссен, 1992). Число звезд в точке поворота в интервалах металличности $-2 >$ [Fe/H] > -3, $-3 >$ [Fe/H] > -4, $-4 >$ [Fe/H] > -5, ярче $V = 12^{\rm m}$ оценивается как 200, 20, и 2, соответственно, а для звезд ярче $V = 11^{\rm m}$ оценки вчетверо меньше. Теоретические оценки хорошо согласуются с данными фотографического обзора с объективной призмой (Бирс и др., 1985). Следовательно, для получения статистически значимых выводов о кривой распространенности химических элементов в атмосферах UMD-звезд, необходимо иметь возможность наблюдения объектов вплоть до $V = 12^{\rm m}$.

Требования к характеристикам наблюдательного материала (величине (S/N) и спектральному разрешению R), можно оценить в рамках простой модели измерения эквивалентной ширины линии идеальным спектрографом (Панчук и др., 2002б). Если спектральная линия переоценена, т.е. изображение ее полуширины (w) приходится более чем на один элемент светоприемника (p), т.е. p$<$2w, то для малых шумов считывания ошибка эквивалентной ширины обратно пропорциональна: глубине линии в долях континуума (d), корню квадратному из числа отсчетов на интервал длины волны (e), корню квадратному из полуширины (w), т.е. $\sigma(W) \sim 1.4/d\sqrt{ew}$. Для слабых линий (глубиной до 5%) предположим, в первом приближении, что в спектре конкретной звезды величины e и w неизменны от линии к линии, а изменяется только d. Тогда ошибка измерения эквивалентной ширины будет изменяться обратно пропорционально глубине. Линии указанной глубины находятся еще на линейной части кривой роста, поэтому ошибка вычисления химического состава (в предположении об идеальном теоретическом моделировании спектра) также обратно пропорциональна глубине линии. Ошибка определения содержания данного элемента, оцениваемая по n линиям, уменьшится в $\sqrt{n}$ раз, по сравнению с ошибкой определения по одной линии. Это означает, что вышеупомянутое шестнадцатикратное увеличение площади светоприемника обеспечило приблизительно четырехкратное увеличение точности определения содержания элемента, представленного большим числом линий. Итак, увеличение площади матрицы ПЗС влияет на точность определения химсостава в той же степени, что и увеличение времени экспозиции. Подчеркнем, что этот вывод справедлив для переоцененных линий, в случае же их недооценки ($p > 2w$) ошибка эквивалентной ширины становится большей, и уже обратно пропорциональной первой степени полуширины (Панчук и др., 2002б), т.е. условие недооценки линий, с точки зрения определения химического состава, является неэкономичным. Для того, чтобы в спектре субкарлика линия была переоценена, необходимо реализовать, по крайней мере, R=45000, т.е. оптимальным является спектрограф НЭС (R=60000). На этом спектрографе для звезды $V = 12^{\rm m}$ за час экспозиции при средних атмосферных условиях получаем в одном канале (S/N)=40 (Панчук и др., 2002а), т.е. шумами считывания еще можно пренебречь. Следовательно, можно ожидать выполнения зависимости $\sigma(W) \sim 1/d$, предсказанной в простой модели.

Наблюдения и обработка

Спектрограф и светоприемник

Зеркально-линзовый спектрограф с большим диаметром коллимированного пучка НЭС был разработан с целью использования в широком диапазоне длин волн, с перспективой увеличения формата светоприемника. Корректирующая оптика выполнена из плавленого кварца, в качестве элемента скрещенной дисперсии используются сменные дифракционные решетки, поэтому спектрограф имеет хорошее пропускание в ультрафиолетовом диапазоне. Поле камеры плоское, хорошая воспроизводимость функции рассеяния точки (PSF) по полю позволяет, после обработки эшелле изображений, "сшивать"перекрывающиеся участки спектральных порядков. Светоприемником служит матрица ПЗС Астрономической обсерватории университета г. Уппсала (Швеция), имеющая высокую чувствительность в синем и УФ диапазонах (Панчук и др., 2002a). Шум считывания составляет 7.7 e^-, темновой ток – 1.5 e^-/h. Число светочувствительных элементов 2048x2048, размер одного элемента 0.015x0.015мм. Формат светоприемной части матрицы и параметры эшелле кадра таковы, что перекрытие спектральных порядков обеспечивается по всему диапазону длин волн короче 6000Å. В данной работе мы использовали наблюдения, выполненные в диапазоне 3515-5000ÅÅ, но при построении атласа исключили высокие порядки с недостаточным отношением S/N, и ограничились диапазоном 3550-5000ÅÅ.

Наблюдения и обработка эшелле спектрограмм

Для составления атласа были отобраны звезды более яркие, чем указанный выше предел $V = 12^m$. Некоторые характеристики этих звезд, а так же принятые параметры моделей атмосфер, приведены в Таб. 1. С целью исключения следов космических частиц и повышения отношения S/N, мы старались выполнить как минимум две экспозиции для каждого объекта. Обработка двумерных эшелле кадров (вычитание темновых кадров, очистка от космических частиц, калибровка длин волн, экстракция одномерных векторов) проводилась в системе ESO-MIDAS. Источником спектра сравнения служила торий-аргоновая лампа. Из-за недостатка и слабости линий в крайнем УФ (особенно в трех самых коротковолновых порядках) дисперсионная кривая в диапазоне короче 3600Å строилась экстраполяцией по более красным порядкам, и поэтому точность дисперсионной кривой в этой области ниже. В случае, если суммарная продолжительность экспоциций для одной звезды превышала три часа или спектры были получены в разные ночи, при сложении учитывались сдвиги, вызванные нестабильностью спектрографа и изменением соответствующей поправки лучевой скорости. Величина сдвига рассчитывалась методом кросс-корелляции. Кроме того, при необходимости, для каждого спектра учитывался вес, определенный по уровню S/N на участках, не содержащих линий. Проведение уровня непрерывного спектра и измерение эквивалентных ширин проводилось с помощью программы DECH20 (Галазутдинов, 1992). Для измерения эквивалентных ширин профили линий аппроксимировались гауссианой. Синяя область спектра содержит большое количество линий, к тому же в часть порядков попадают широкие линии (например, бальмеровской серии водорода или H и K CaII), плэтому проведение уровня непрерывного спектра требует особой аккуратности. Для контроля правильности выполнения этой процедуры мы использовали несколько методов: сравнение уровня континуума в данном порядке и в двух соседних; сравнение с расчетным синтетическим спектром; сравнение, в случае перекрытия порядков, красной части одного порядка с синей частью следующего. При расчете синтетических спектров использовалась программа STARSP (Цымбал, 1996).

Список спектральных линий

Список атомных линий составлен с использованием базы данных VALD (Купка и др., 1999; Рябчикова и др., 1999; Пискунов и др., 1995). Из этого же источника были взяты параметры линий, необходимые при расчете химического состава (силы осцилляторов, константы затухания и т.д.). По спектру Солнца высокого разрешения, из более чем 8100 первоначально отобранных линий, нами было оставлено около 860 неблендированных линий. Помимо базы данных VALD, для контроля правильности отождествления мы использовали список линий Пирса и Брекенриджа (1974). Список отождествленных линий, а также измеренные нами эквивалентные ширины и полученные для каждой линии содержания, приведены в Табл. 6. Часть линий при расчетах химического состава показала большие ошибки,обусловленные тремя причинами: неуверенное отождествление, ошибки сил осцилляторов, блендирование. Эти линии отмечены в таблице значком ":"; результаты определения содержаний по этим линиям не учитывались нами при окончательном расчете химических обилий. Из табл. 6 следует, что большинство линий имеет небольшую эквивалентную ширину, т.е. находится на линейной части кривой роста.

Атлас спектров

Для иллюстрации эффекта металличности спектры двух объектов приведены на Рис. 1 полностью во всем исследованном диапазоне. Такой масштаб представления хорошо иллюстрирует роль покровного эффекта. Хорошо видны крупные детали: линии бальмеровской серии водорода, дублет CaII. Подробный атлас спектров четырех звезд приведен на Рис.4(1)–3(29) в виде фрагментов по 60Å, с перекрытием по 10Å в начале и конце каждого фрагмента. Для ориентировки отмечены отождествления некоторых линий, использованных нами для расчета химического состава.

Параметры моделей атмосфер

В атлас включены объекты, химический состав атмосфер которых ранее уже исследовался. В Табл. 2 для сравнения приведены параметры моделей атмосфер, определенные другими авторами.

Определение параметров моделей атмосфер проводилось следующим образом. Эффективная температура T_{eff} определялась по фотометрическим индексам Стремгрена (b−y и c_1), взятым из работы Хоука и Мермиллойда (1998), и металличности [Fe/H] с использованием калибровок, основанных на методе инфракрасных потоков (Алонсо и др., 1996). Значения металличностей звезд, необходимые для первой итерации расчета T_{eff}, первоначально были взяты из литературы, однако затем, при следующих итерациях, использовались спектроскопические значения, полученные нами по содержанию железа. При этом мы учитывали от 100 до 230 линий нейтрального железа для каждой звезды в зависимости от металличности. Ошибка определения T_{eff} составляет около 100K. Помимо этого, для проверки полученных значений эффективной температуры был использован метод, основанный на спектральном анализе линий нейтрального железа FeI - условие независимости содержания от потенциала возбуждения нижнего уровня . Рис. 2a иллюстрирует этот метод определения T_{eff} для звезды G37-26 (приняты параметры $T_{eff} = 5900$ K, $\lg g = 4.50$, $[\mathrm{Fe/H}] = -2.04$ dex).

Как правило, сила тяжести на поверхности определяется из условия ионизационного баланса – содержания ядер железа, полученные по линиям нейтральных и однократно ионизованных атомов, должны совпадать. Однако этот метод может быть отягощен рядом ошибок, связанных со следующими неопределенностями: ошибки в используемой системе сил осцилляторов, эффекты отклонения от ЛТР для линий FeII, а также неточности структуры моделей атмосфер.

Поэтому мы определяли величину силы тяжести, исходя из следующих известных соотношений:

$$\lg\frac{g}{g_\odot} = \lg\frac{\mathcal{M}}{\mathcal{M}_\odot} + 4\lg\frac{T_{eff}}{T_{eff_\odot}} + 0.4(M_{bol} - M_{bol,\odot})$$

и

$$M_{bol} = V + BC + 5\lg\pi + 5,$$

где $\mathcal{M}$ – масса звезды, M_{bol} – абсолютная болометрическая величина, V – видимая звездная величина, BC – болометрическая поправка, и π – параллакс.

Для расчетов использовались значения параллаксов, полученные в миссии Hipparcos (1997). Массы звезд были определены по сетке эволюционных треков Ванденберга и др. (2000), рассчитанных с шагом по металличности в ~ 0.1 dex. Болометрические поправки рассчитывались по калибровочной формуле, приведенной в работе Балона (1994).

Микротурбулентная скорость ξ_t рассчитывалась, исходя из условия независимости содержания, определяемого по отдельным линиям нейтрального железа, от эквивалентной ширины (см. Рис. 2б. При расчете содержаний использовалась программа WIDTH9, а также сетка моделей атмосфер Куруча (1992, 1993).

Химический состав

Для определения химических обилий использовались, как правило, линии, эквивалентные ширины которых меньше 100 mÅ, т.к. более сильные линии чувствительны к выбору значения микротурбулентной скорости. Линии, дающие систематические отклонения при определении химических обилий, в дальнейшем анализе не принимались во внимание. Результаты определения химического состава приведены в Табл. 3. Даны средние содержания $\lg\varepsilon$, вычисленные по линиям отдельных атомов или ионов, указано число линий (N) и ошибка определения (σ). В Табл. 4 приведены отношения [X/Fe] для всех элементов.

В Табл. 5 представлены определенные нами и приведенные в работе Вестина и др. (2000) значения содержаний ряда элементов. Систематическое отличие в 0.1 dex связано с использованием различных систем сил осцилляторов и принятых параметров моделей атмосфер. Видно, что согласие вполне удовлетворительное, в том числе и для наиболее тяжелых элементов.

Для большинства элементов получены характерные для данного диапазона металличностей содержания. Так, элементы α-процесса Mg, Ca и Ti находятся в избытке в звездах с более низкой металличностью. Для Ni, являющегося элементом железного пика, во всем диапазоне металличностей отношение [Ni/Fe] = 0, в то время как для ряда других элементов этой группы (V, Co, Zn) наблюдается несколько повышенное, а для Cr – пониженное по отношению к солнечному содержание в наиболее низкометалличной звезде. Mn, элемент группы железа с нечетным количеством протонов в ядре, показывет хорошо выраженную зависимость от металличности – пониженное содержание при низких металличностях и постепенное увеличение с ростом металличности. Для ряда элементов (Ti, V, Cr) содержания были рассчитаны как по нейтральному атому, так и по однократно ионизованному иону. При этом разность между этими содержаниями, составляющую порядка 0.2 dex, можно объяснить либо ошибкой определения значения $\lg g$ – содержание иона в сильной степени (по сравнению с нейтральным атомом) зависит от этого параметра, либо с используемой системой сил осцилляторов.

Для некоторых элементов (CaI, FeI, TiII) наблюдается систематическое отклонение зависимости "эквивалентная ширина - логарифм содержания"от линейной. На Рис. 3 приведен пример такого отклонения для линий FeI, измеренных в спектре звезды G37-26. Ограничиваясь линиями с эквивалентной шириной меньше 100mÅ, мы исключаем влияние таких нелинейностей на величину среднего содержания данного элемента. Анализ этого эффекта выходит за рамки данной работы. Отметим, что подобные отклонения обнаружены еще по результатам массовой фотографической спектроскопии звезд диска (Клочкова и др., 1991), и до сих пор не объяснены. Очевидно, что данный эффект никак не связан с недооценкой эффектов затухания (при такой недооценке содержание, определяемое по сильным линиям, завышается). Можно только утверждать, что точность измерения эквивалентных ширин, реализованная в данной работе, уже не является основным фактором, определяющим точность определения содержания ряда элементов.

Кроме числа линий, достаточного для определения содержаний большой группы элементов, исследования химсостава по коротковолновому диапазону имеют еще одно преимущество. В диапазоне температур и давлений, характерных для атмосфер субкарликов, коэффициент непрерывного поглощения в районе 4000Å на 0.2 dex ниже, чем в красной области спектра. Это означает, что непрерывное поглощение в синей области спектра формируется глубже, чем непрерывное поглощение в красной области (6000Å). Следовательно, слабые линии, наблюдаемые в синей области спектра, формируются, в среднем, ближе к фотосфере, чем линии красного диапазона. Можно надеяться, что неточности модельного описания на линиях синего диапазона проявляются слабее.

Выводы

Впервые создан уникальный атлас спектров малометалличных звезд в ультрафиолетовой и синей части спектра с высоким спектральным разрешением (R=60000). Это стало возможным в результате ввода на БТА кварцевого эшелле спектрографа НЭС, оснащенного матрицей ПЗС с высокой чувствительностью в коротковолновой области спектра (Uppsala CCD, Панчук и др., 2002a).

Атлас спектров составлен для области 3550–5000ÅÅ. Выполнено отождествление линий, в т.ч. и с привлечением метода моделей атмосфер. Исследованы ошибки определения химического состава малометалличных звезд по коротковолновой области спектра.

Использование атласа не ограничивается проблемой химического состава малометалличных звезд. Например, в загруженных линиями синих спектрах холодных звезд солнечной металличности отождествление линий представляется затруднительным, и наличие атласа спектров малометалличных звезд может оказаться полезным.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты 01-02-16093а и 02-02-90245б).

Литература

Алонсо и др. (Alonso A., Arribas S., Martinez-Roger C.), 1996, Astron. Astrophys., 313, p.873.

Балона (Balona L.A.), 1994, Mon. Not. R. Astron. Soc., 268. p.119.

Бирс и др., (T.C.Beers, G.W.Preston, S.A.Shechtman), 1985, Astron. J., 90, p.2089.

Ванденберг и др. (VandenBerg D.A., Swenson F.J., Rogers F.J., Iglesias C.A., Alexander D.R.) 2000, Astrophys. J., 532, p.430.

Вестин и др. (Westin J., Sneden C., Gustafsson B., Cowan J.), 2000, Astrophys. J., 530, p.783.

Галазутдинов Г.А., 1992, Препринт САО, № 92.

Граттон и др. (Gratton R.G., Carretta E., Castelli F.), 1996, Astron. Astrophys., 314, p. 191.

Гривз (Grevesse N.), 1993, The paper reported at d'Evry Schatzman Coll. "Physical Processes in Astrophysics" held at Paris Observ., Sept. 1993.

ESA 1997. The Hipparcos and Tycho Catalogues. ESA SP-1200.

Жао и Герен (Zhao G., Gehren T.), 2000, Astron. Astrophys., 362, p.1077.

Израелян и др. (Israelian G., Lopez R.J.K., Rebolo R.), Astrophys. J., 507, p.805.

Карней и др. (Carney B.W., Latham D.W., Laird J.B., Aguilar L.A.) 1994, Astron. J., 107, p.2240.

Клочкова В.Г., Панчук В.Е., Цымбал В.В., 1991, Астрофиз. исслед., 33, с.41.

Клочкова В.Г., 1991, Дисс. д.ф.-м.н., Нижний Архыз.

Купка и др. (Kupka F., Piskunov N.E., Ryabchikova T.A., Stempels H.C., Weiss W.W.), 1999, Astron. Astrophys. Suppl. Ser., 138, p.119.

Куруч (Kurucz R.L.), 1992, in "The Stellar Population of Galaxies". Eds. B. Barbuy, A. Renzini. IAU Symph., 149. p.225.

Куруч (Kurucz R.L.), 1993, SAO. Cambridge, CDROM 13.

Ниссен, (P.E.Nissen), in "High Resolution Spectroscopy with the VLT", ESO Conference and Workshop Proceedings № 40, 1992, p.49.

Панчук В.Е.,Клочкова В.Г., Найденов И.Д.,ВитриченкоЕ.А., Викульем Н.А., Романенко В.П., 1999а,Препринт САО, № 139.

Панчук В.Е., Клочкова В.Г., Найденов И.Д., 1999б, Препринт САО, № 135.

Панчук В.Е., Пискунов Н.Е., Клочкова В.Г., Юшкин М.В., Ермаков С.В., 2002а, Препринт САО, № 169.

Панчук В.Е., Клочкова В.Г., Пискунов Н.Е., Монин Д.Н., Юшкин М.В., Ермаков С.В., Найденов И.Д., 2002б, Препринт САО, № 170.

Пискунов и др. (Piskunov N.E., Kupka F., Ryabchikova T.A., Weiss W.W., Jeffery C.S.), 1995, Astron. Astrophys. Suppl. Ser., 112, p.525.

Пирс и Брекенридж (Piers A.K., Breckinridge J.B.), 1974, "The Kitt peak table of photographic solar spectrum wavelength", Kitt Paek National Observatory Contribution, 559.

Рябчикова и др. (Ryabchikova T.A. Piskunov N.E., Stempels H.C., Kupka F., Weiss W.W.), 1999, in "Proc. of the 6th International Colloquium on Atomic Spectra and Oscillator Strengths". Victoria BC. Canada. Physica Scripta, 83, p.162.

Фулбрайт (Fulbright J.P.), 2000, Astron. J., 120, p.1841.

Хоук и Мермиллойд (Hauck B., Mermilliod M.), 1998, Astron. Astrophys. Suppl. Ser., 129, p.431.

Цымбал В.В. (Tsymbal V.V.), 1996, Model Atmospheres and Spectrum Synthesis. ASP Conf. Ser., 108, p.198.

Чен и др. (Chen Y.Q., Nissen P.E., Benoni T., Zhao G.), 2001, Astron. Astrophys., 371, p.943.

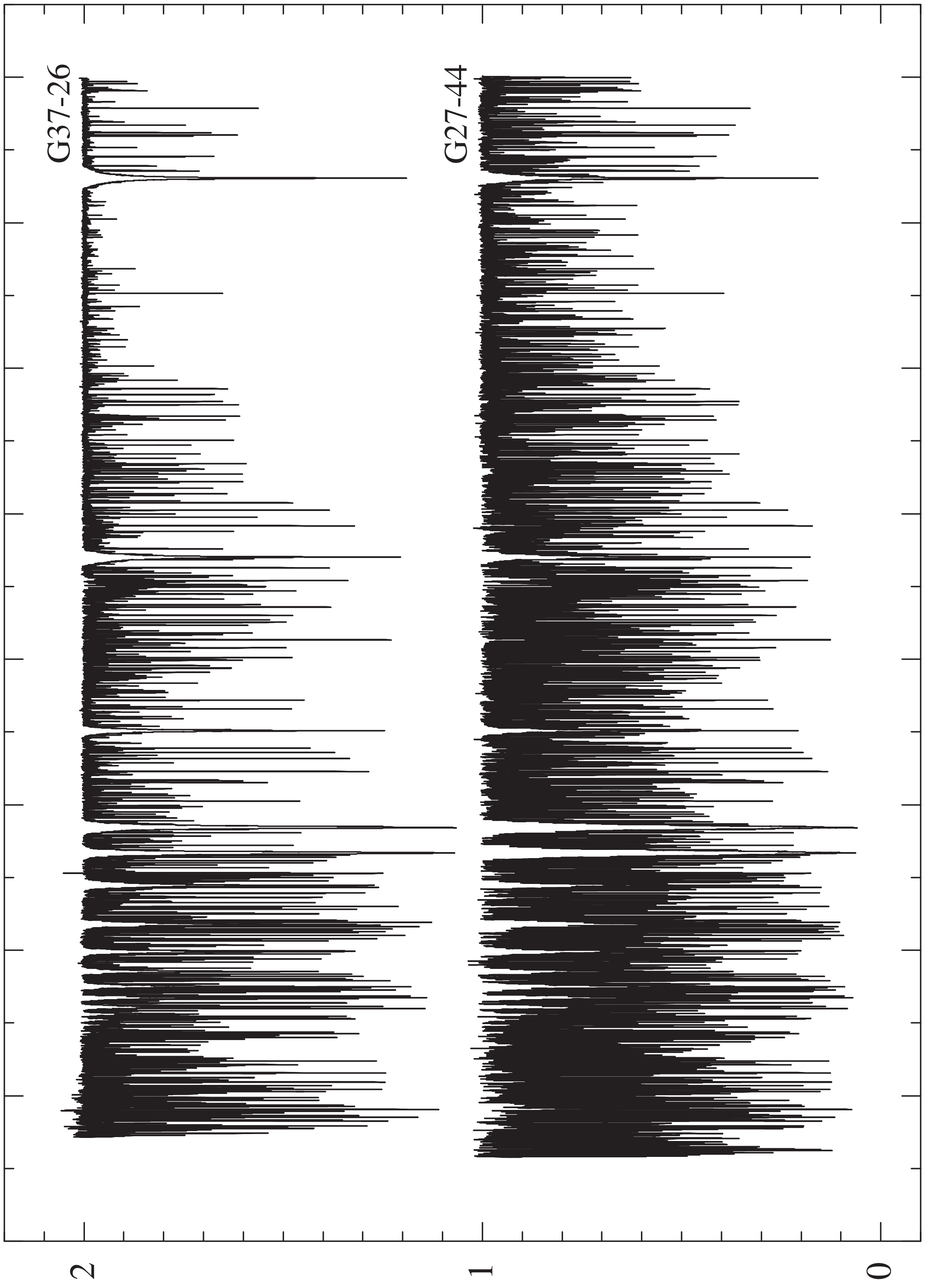


Рис. 1: Спектры двух исследованных звезд (G37-26 ([Fe/H] = -2.04) и G27-44 ([Fe/H] = -0.60)) во всем диапазоне длинн волн

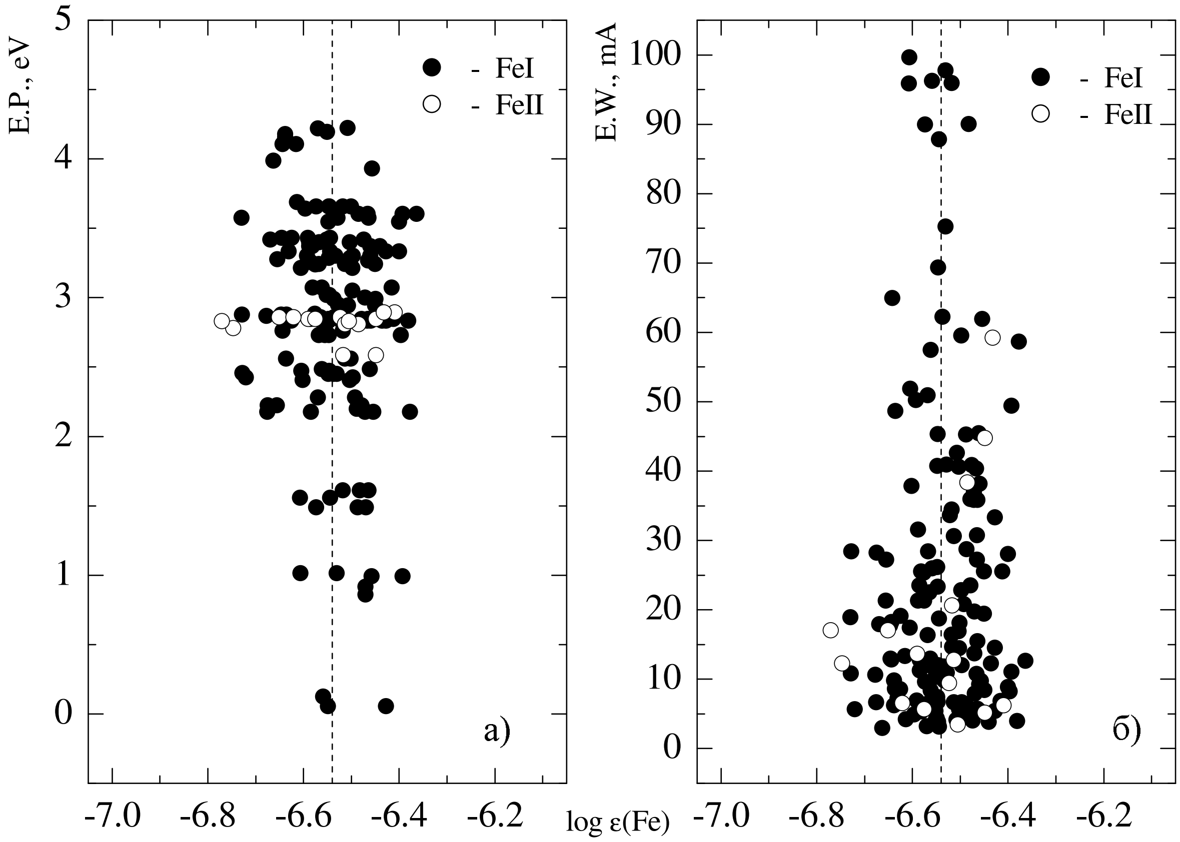


Рис. 2: а) Содержание нейтрального железа, определенное по отдельным линиям в зависимости от потенциала возбуждения для иллюстрации метода определения эффективной температуры; и б) от эквивалентной ширины для иллюстрации метода определения микротурбулентной скорости.

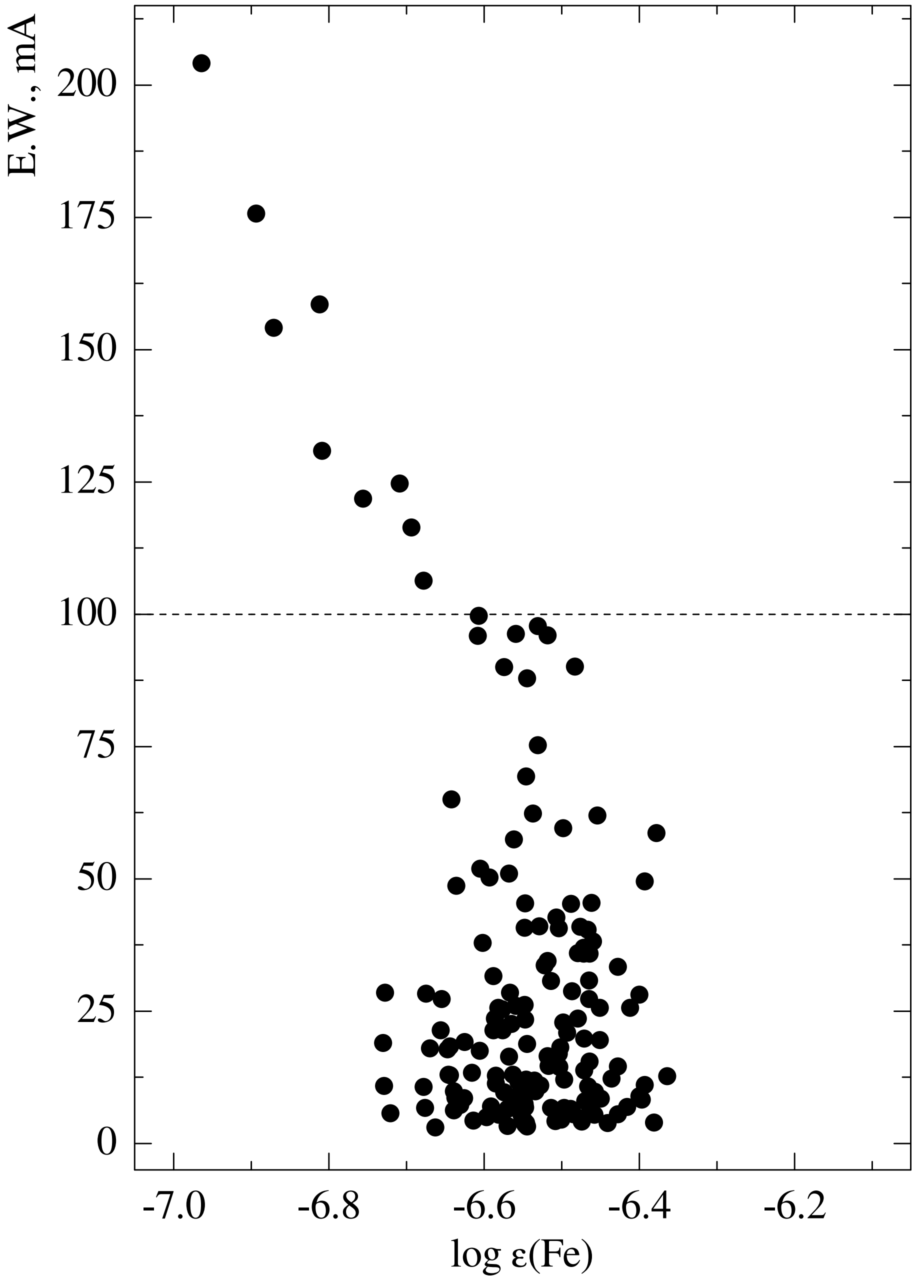


Рис. 3: Отклонение зависимости "эквивалентная ширина - логарифм содержания"от линейной при E.W. $>$ 100 mÅ для линий FeI, измеренных в спектре звезды G37-26.

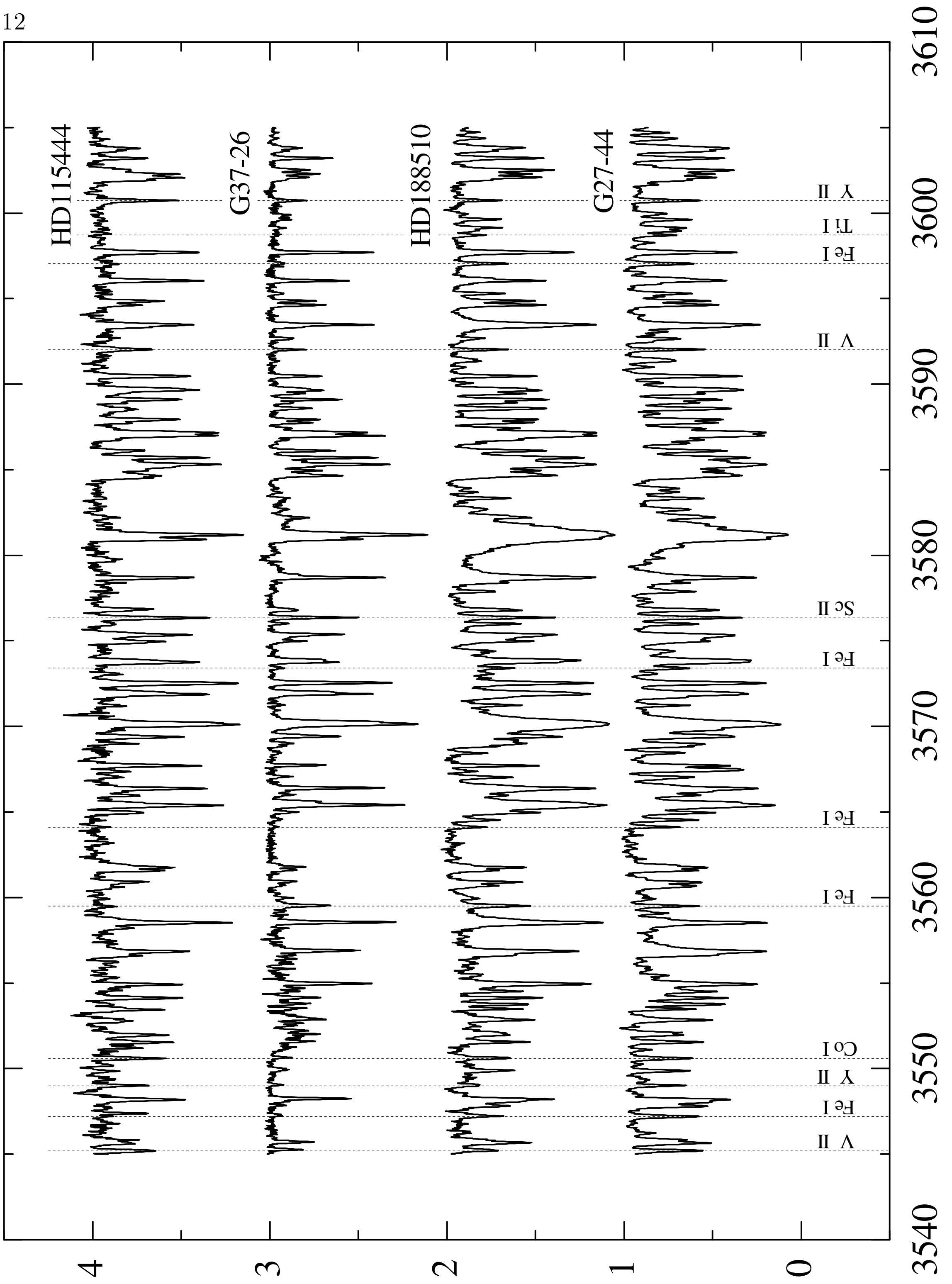
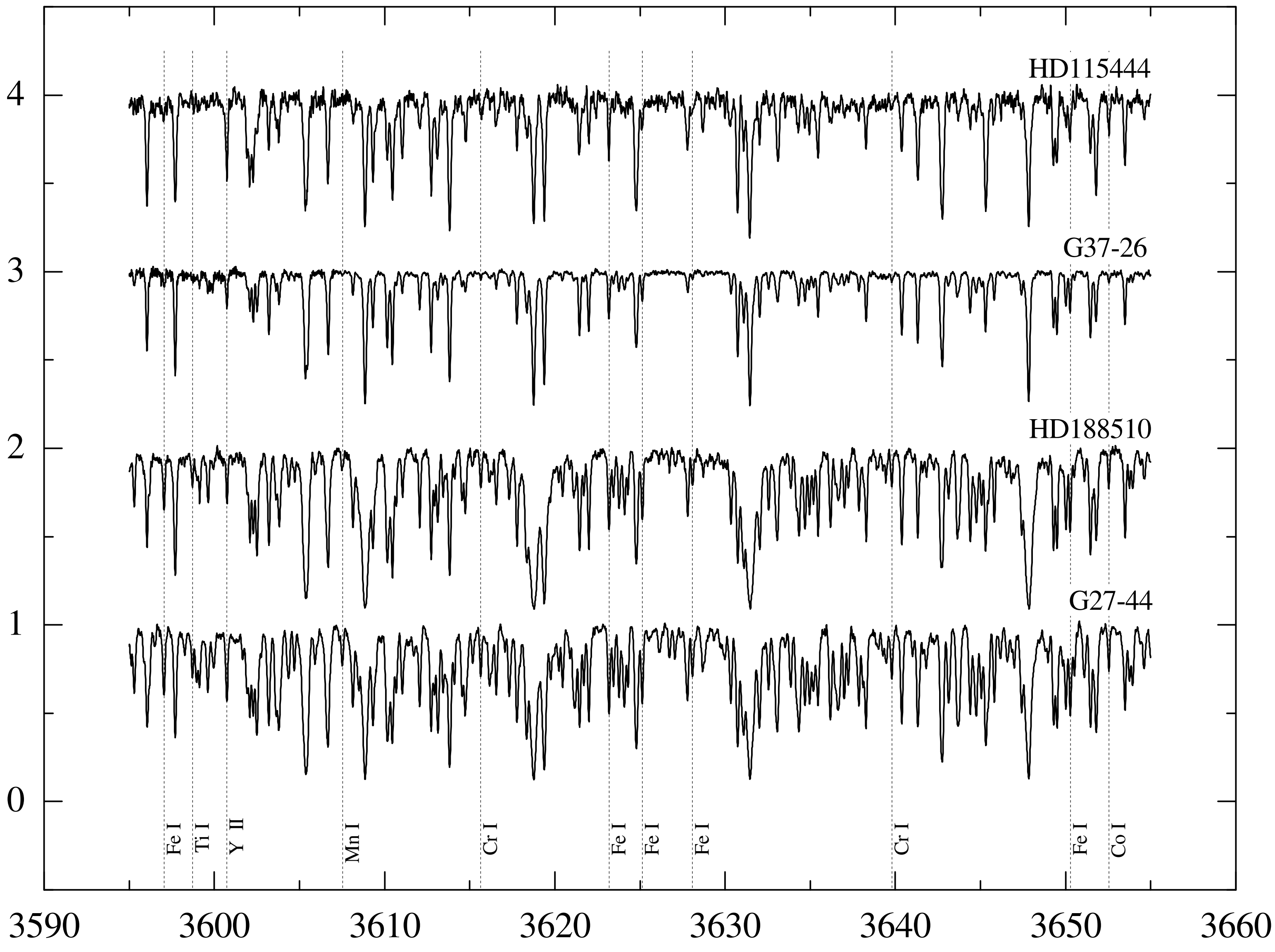


Рис. 4: (Рис.4.01 – 4.29). Спектры исследованных звезд, сверху вниз: HD115444 ([Fe/H] = -2.91), G37-26 ([Fe/H] = -2.04), HD188510 ([Fe/H] = -1.52) и G27-44 ([Fe/H] = -0.60). Вертикальными линиями отмечены некоторые линии из Табл. 6



HD115444
G37-26
HD188510
G27-44
4
3
2
1
0
Fe I
Ti I
Y II
Mn I
Cr I
Fe I
Fe I
Fe I
Cr I
Fe I
Co I
3590
3600
3610
3620
3630
3640
3650
3660

Рис.4.02

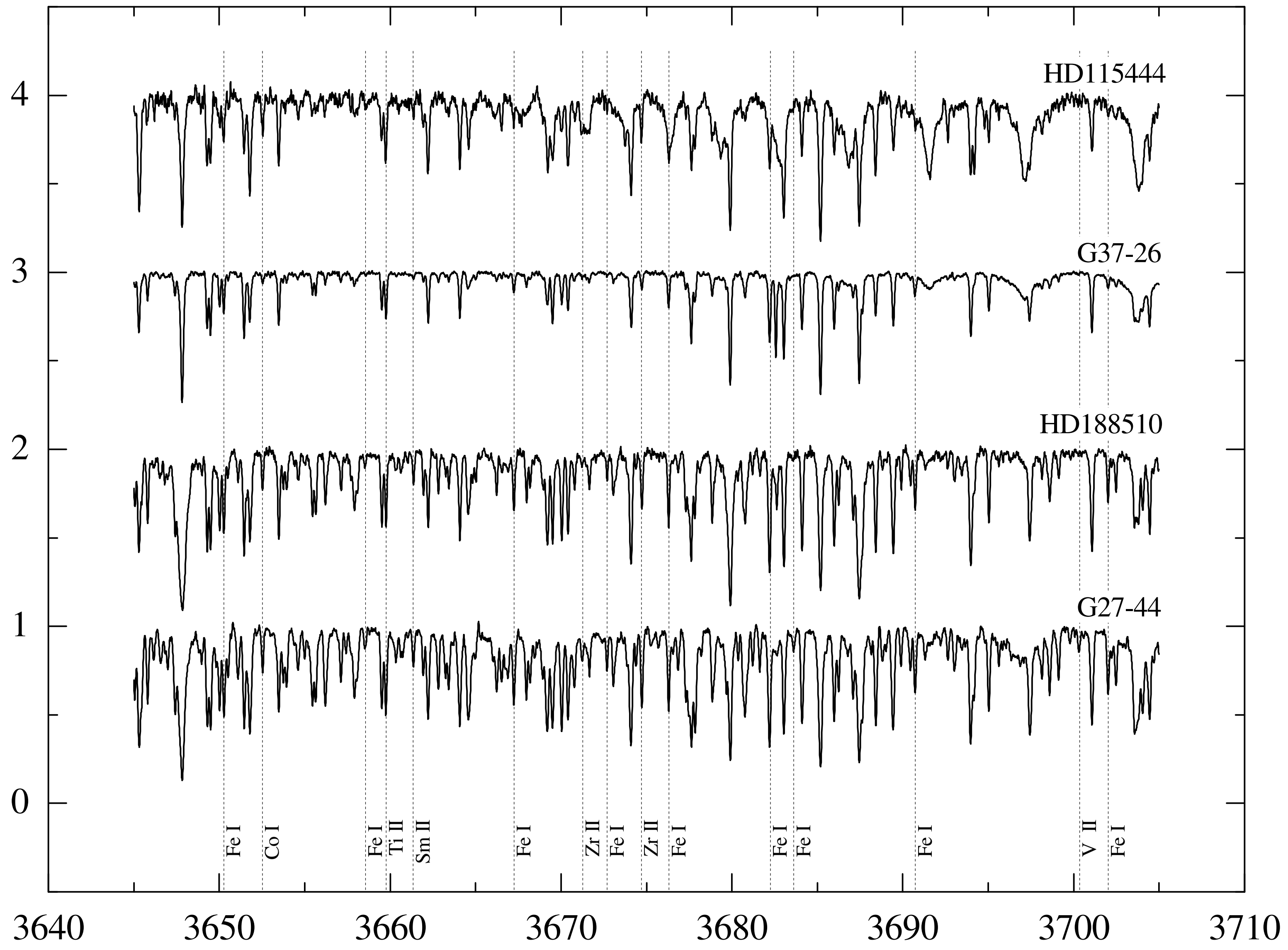
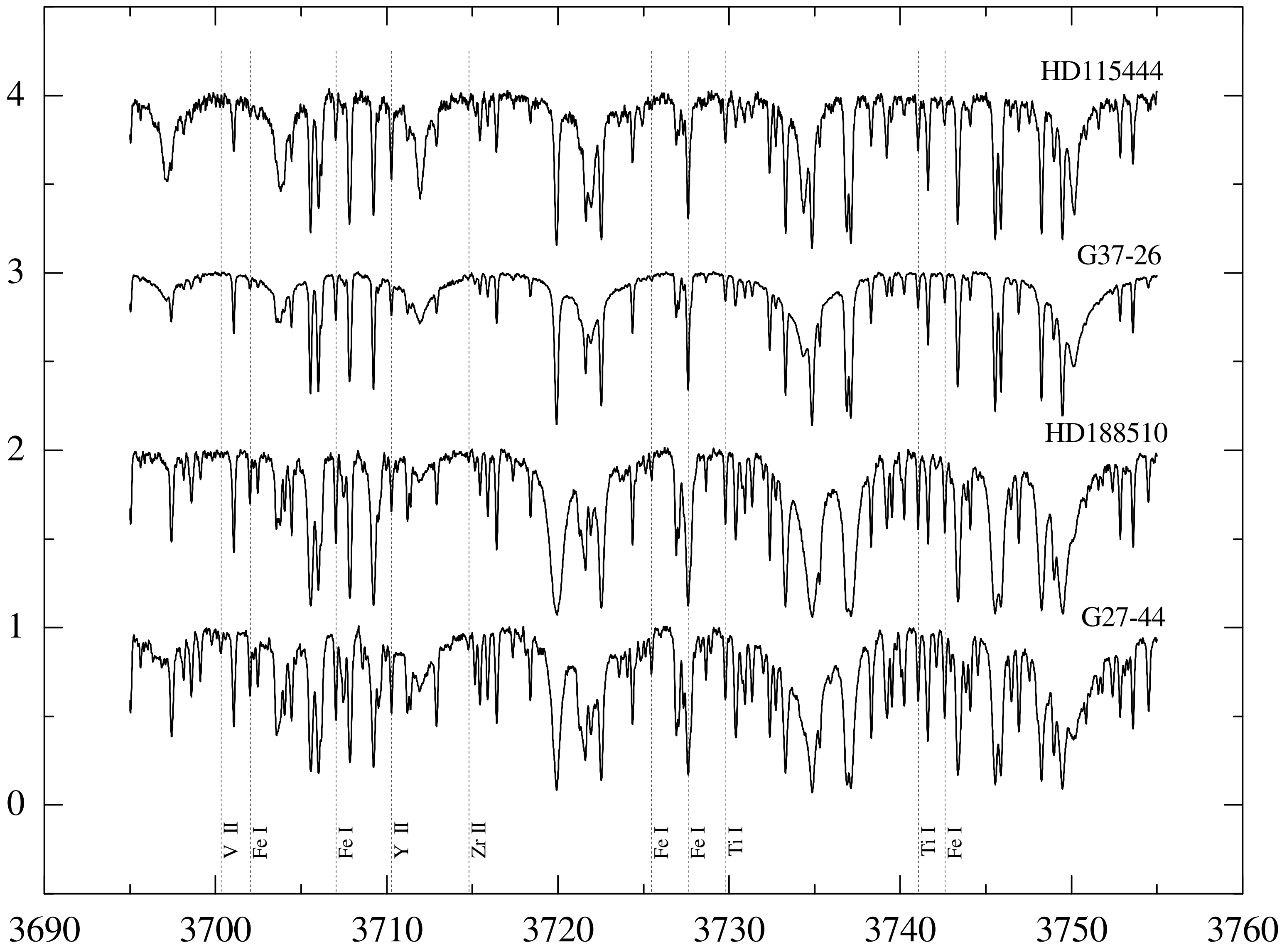

HD115444
G37-26
HD188510
G27-44
Fe I
Co I
Fe I
Ti II
Sm II
Fe I
Zr II
Fe I
Zr II
Fe I
Fe I
Fe I
Fe I
V II
Fe I
0
1
2
3
4
3640
3650
3660
3670
3680
3690
3700
3710

Рис.4.03



HD115444
G37-26
HD188510
G27-44
4
3
2
1
0
V II
Fe I
Fe I
Y II
Zr II
Fe I
Fe I
Ti I
Ti I
Fe I
3690
3700
3710
3720
3730
3740
3750
3760

Рис.4.04

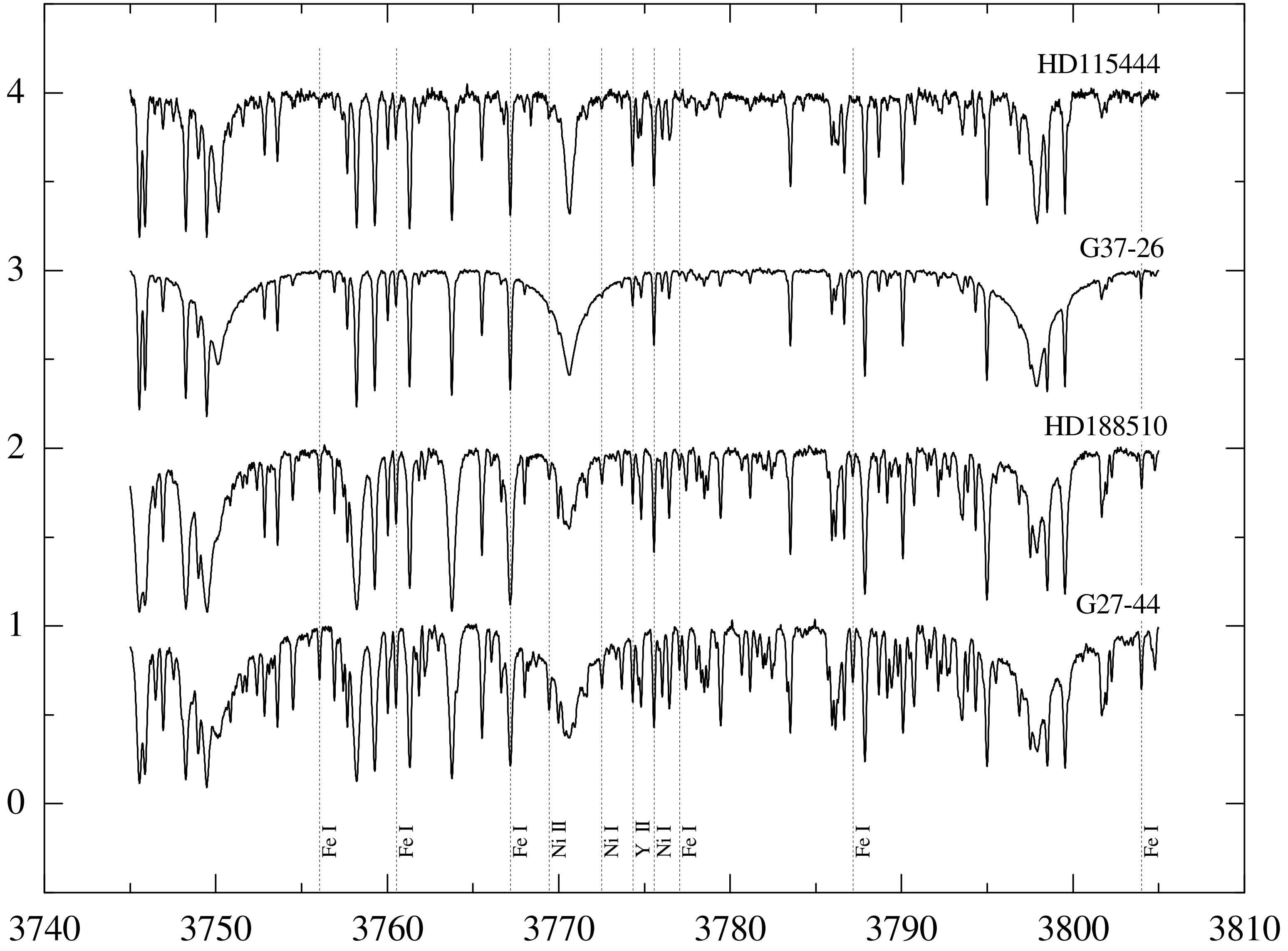

HD115444
G37-26
HD188510
G27-44
Fe I
Fe I
Fe I
Ni II
Ni I
Y II
Ni I
Fe I
Fe I
Fe I
0
1
2
3
4
3740
3750
3760
3770
3780
3790
3800
3810

Рис.4.05

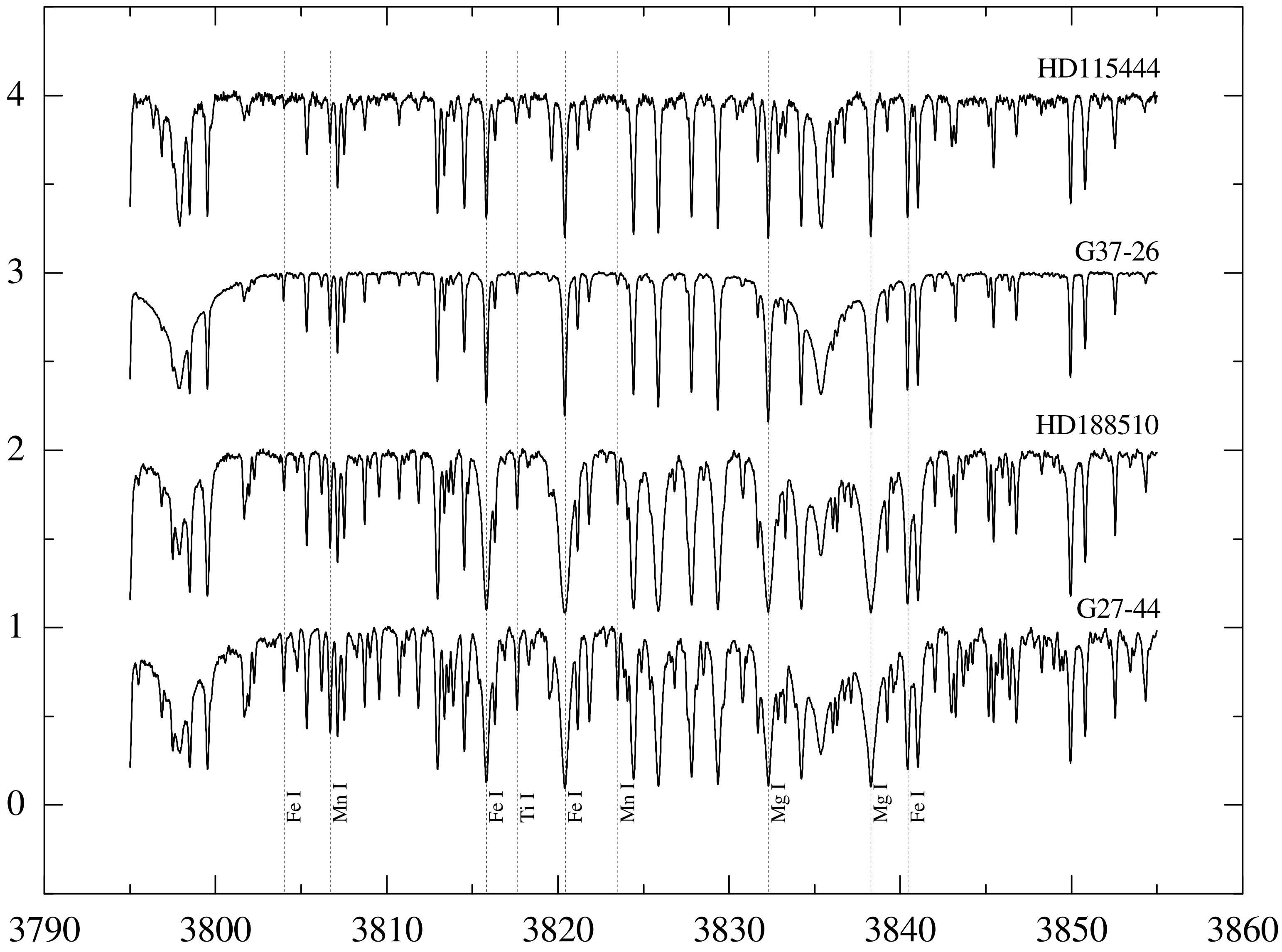

HD115444
G37-26
HD188510
G27-44
Fe I
Mn I
Fe I
Ti I
Fe I
Mn I
Mg I
Mg I
Fe I
0
1
2
3
4
3790
3800
3810
3820
3830
3840
3850
3860

Рис.4.06

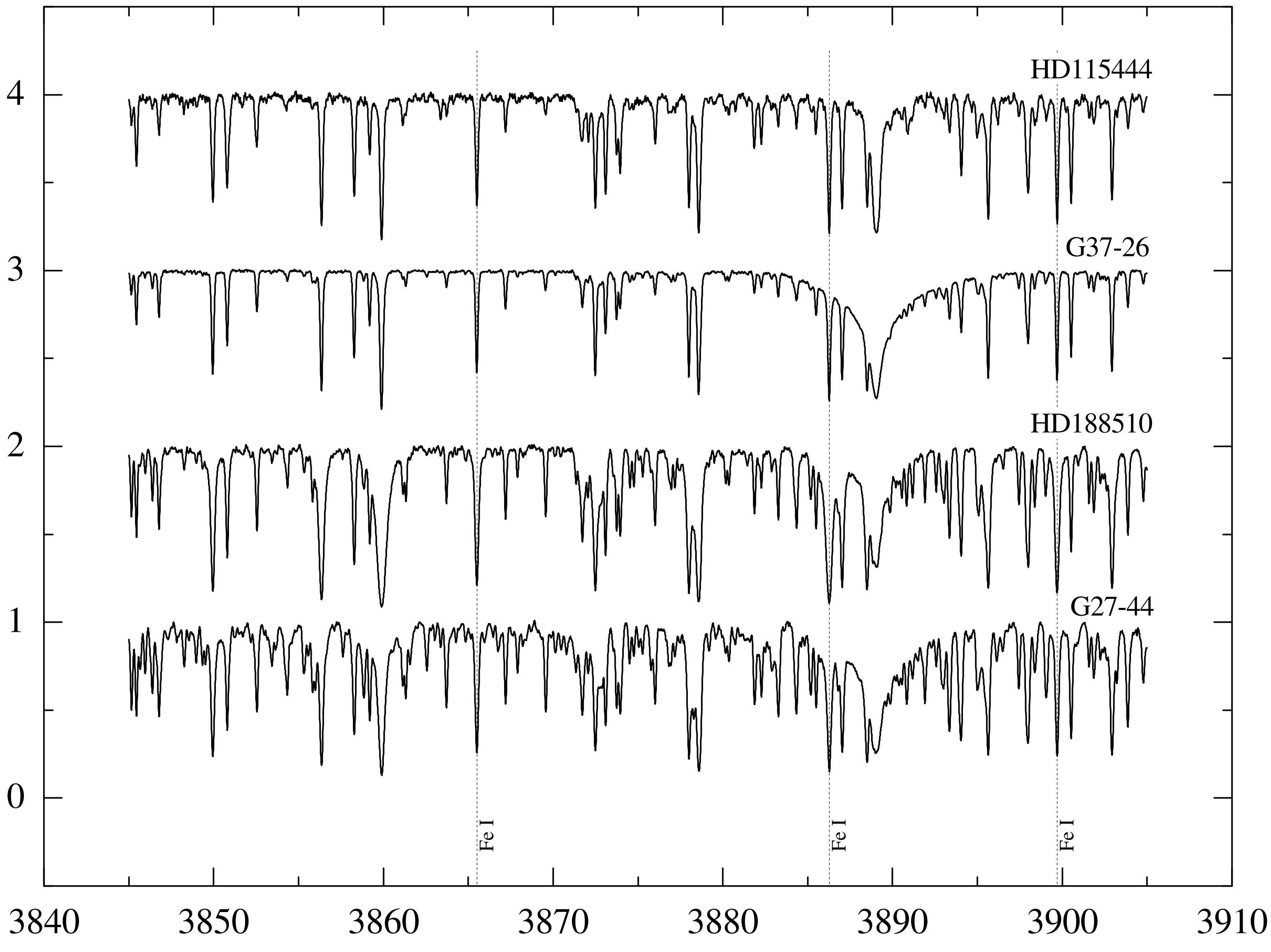

HD115444
G37-26
HD188510
G27-44
Fe I
Fe I
Fe I
0
1
2
3
4
3840
3850
3860
3870
3880
3890
3900
3910

Рис.4.07

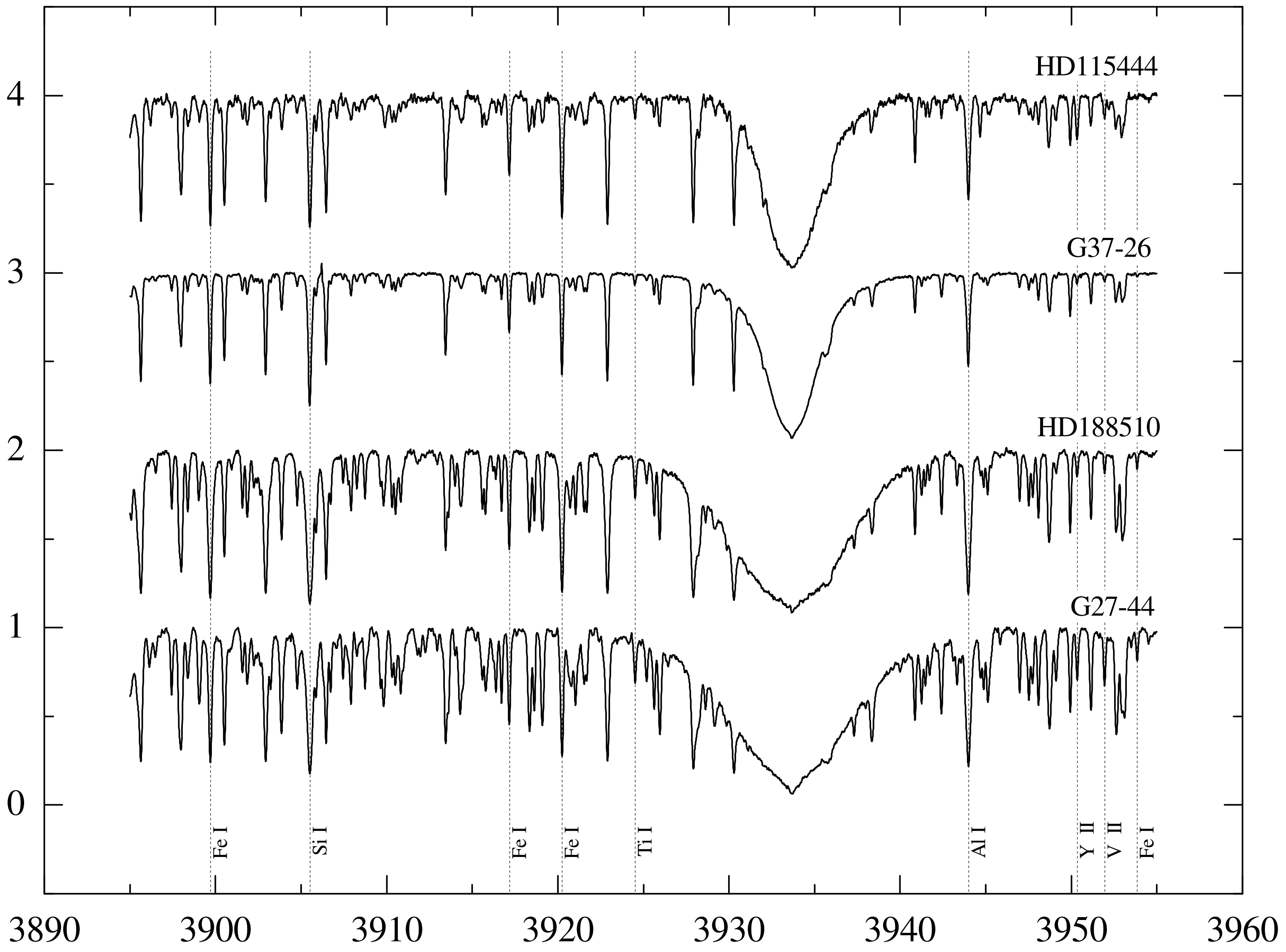

HD115444
G37-26
HD188510
G27-44
4
3
2
1
0
Fe I
Si I
Fe I
Fe I
Ti I
Al I
Y II
V II
Fe I
3890
3900
3910
3920
3930
3940
3950
3960

Рис.4.08

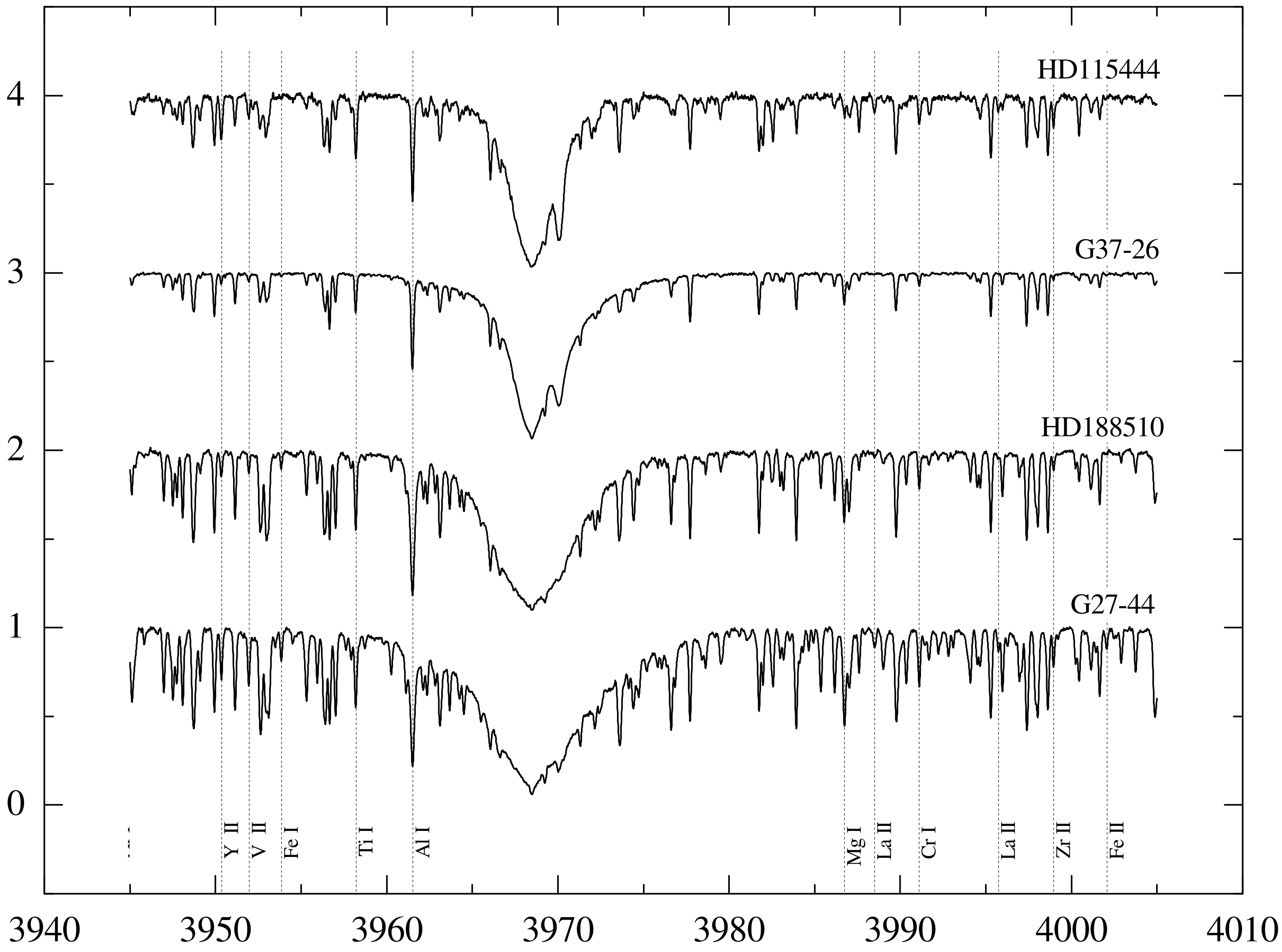
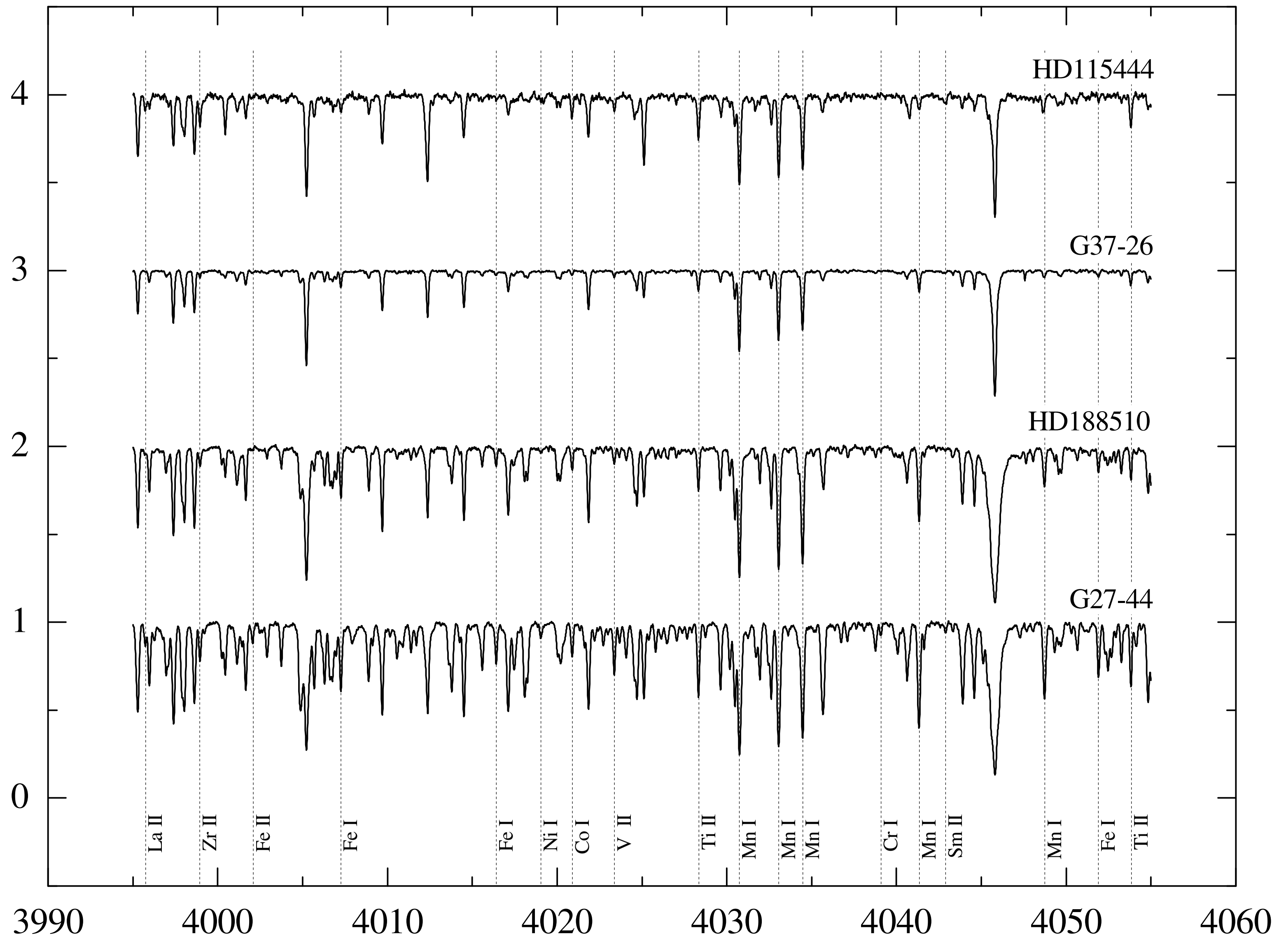

HD115444
G37-26
HD188510
G27-44
0
1
2
3
4
Y II
V II
Fe I
Ti I
Al I
Mg I
La II
Cr I
La II
Zr II
Fe II
3940
3950
3960
3970
3980
3990
4000
4010

Рис.4.09



HD115444
G37-26
HD188510
G27-44
La II
Zr II
Fe II
Fe I
Fe I
Ni I
Co I
V II
Ti II
Mn I
Mn I
Mn I
Cr I
Mn I
Sm II
Mn I
Fe I
Ti II
0
1
2
3
4
3990
4000
4010
4020
4030
4040
4050
4060

Рис.4.10

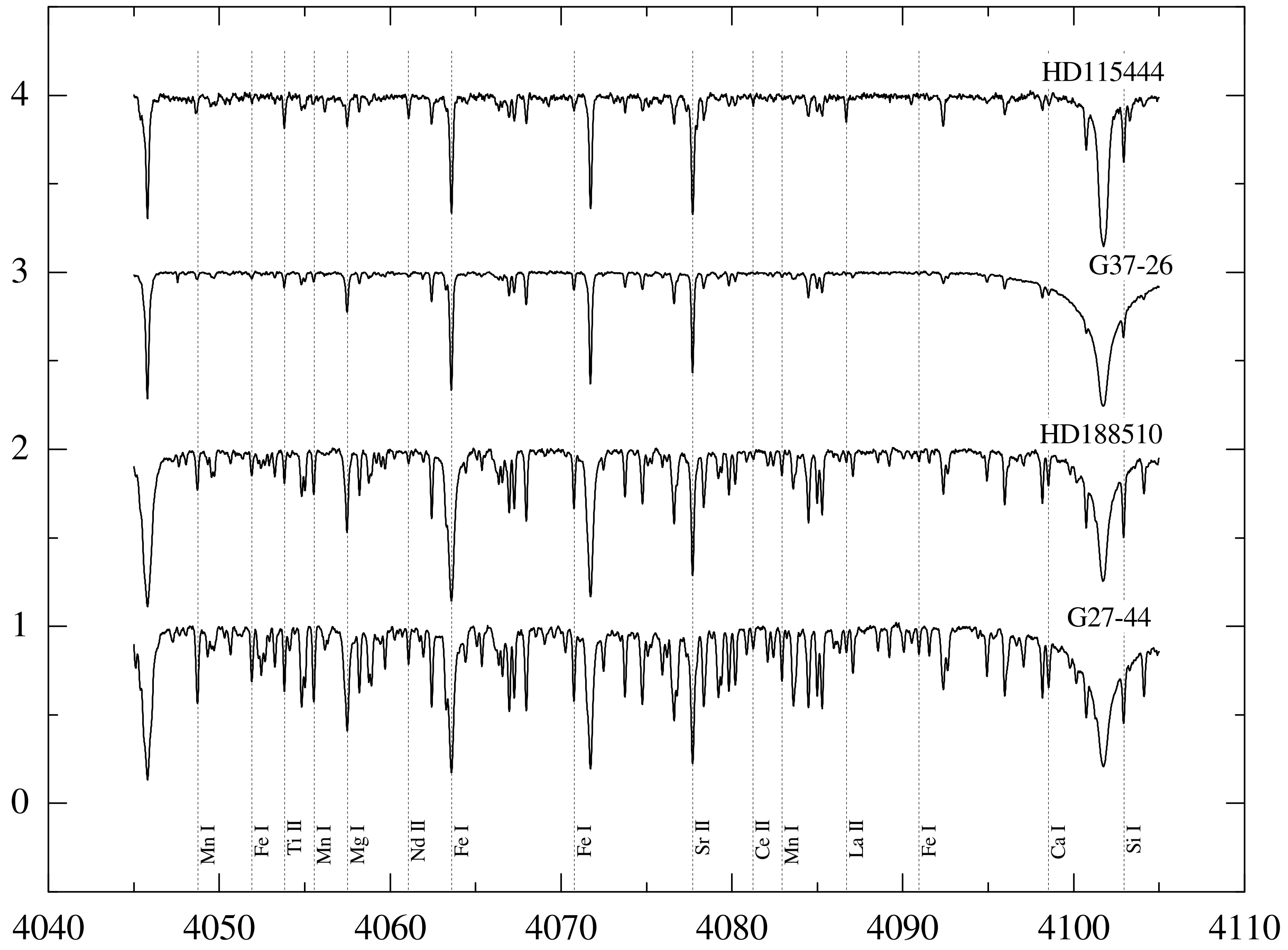

HD115444
G37-26
HD188510
G27-44
Mn I
Fe I
Ti II
Mn I
Mg I
Nd II
Fe I
Fe I
Sr II
Ce II
Mn I
La II
Fe I
Ca I
Si I
0
1
2
3
4
4040
4050
4060
4070
4080
4090
4100
4110

Рис.4.11

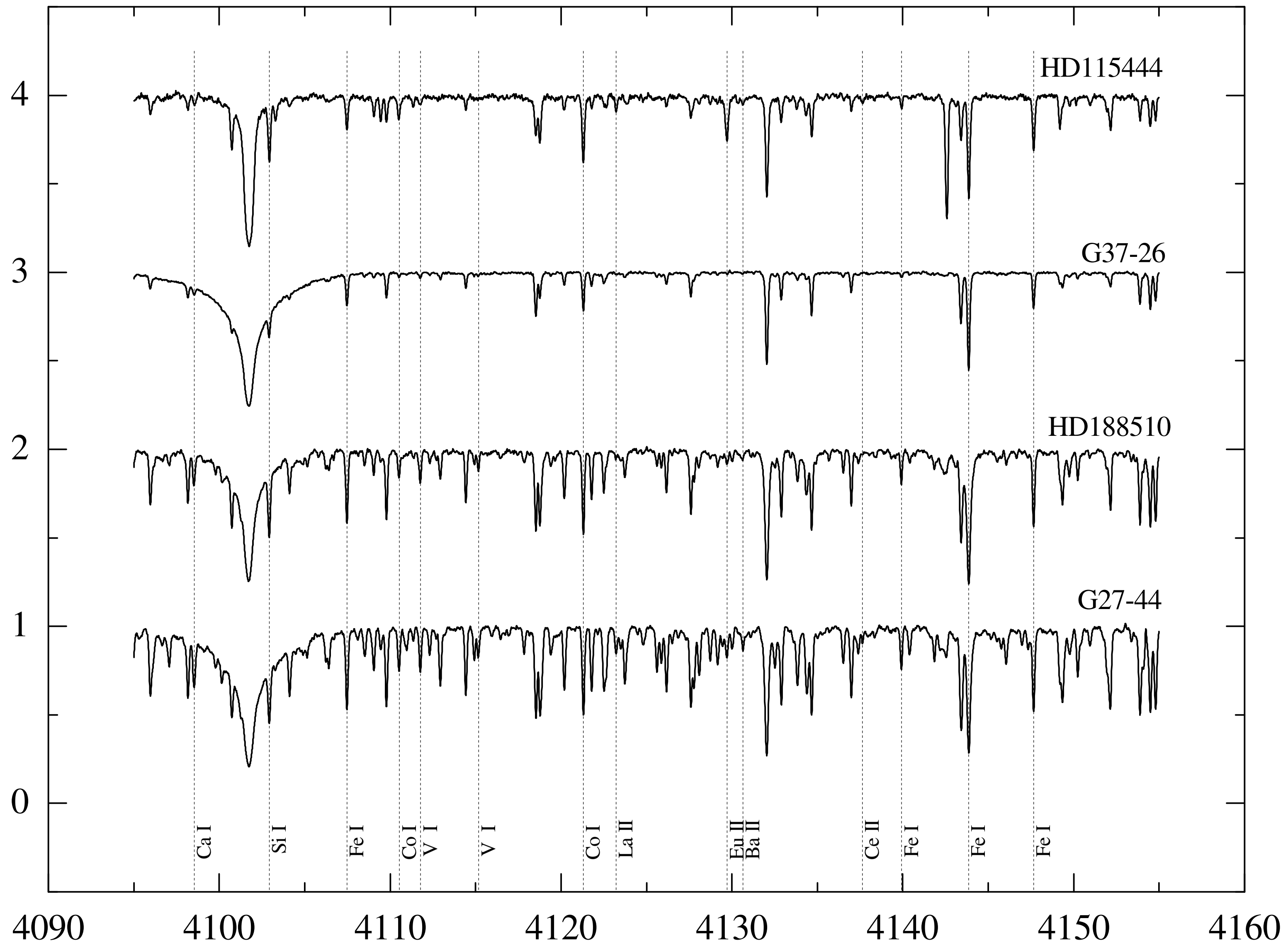

HD115444
G37-26
HD188510
G27-44
4
3
2
1
0
Ca I
Si I
Fe I
Co I
V I
V I
Co I
La II
Eu II
Ba II
Ce II
Fe I
Fe I
Fe I
4090
4100
4110
4120
4130
4140
4150
4160

Рис.4.12

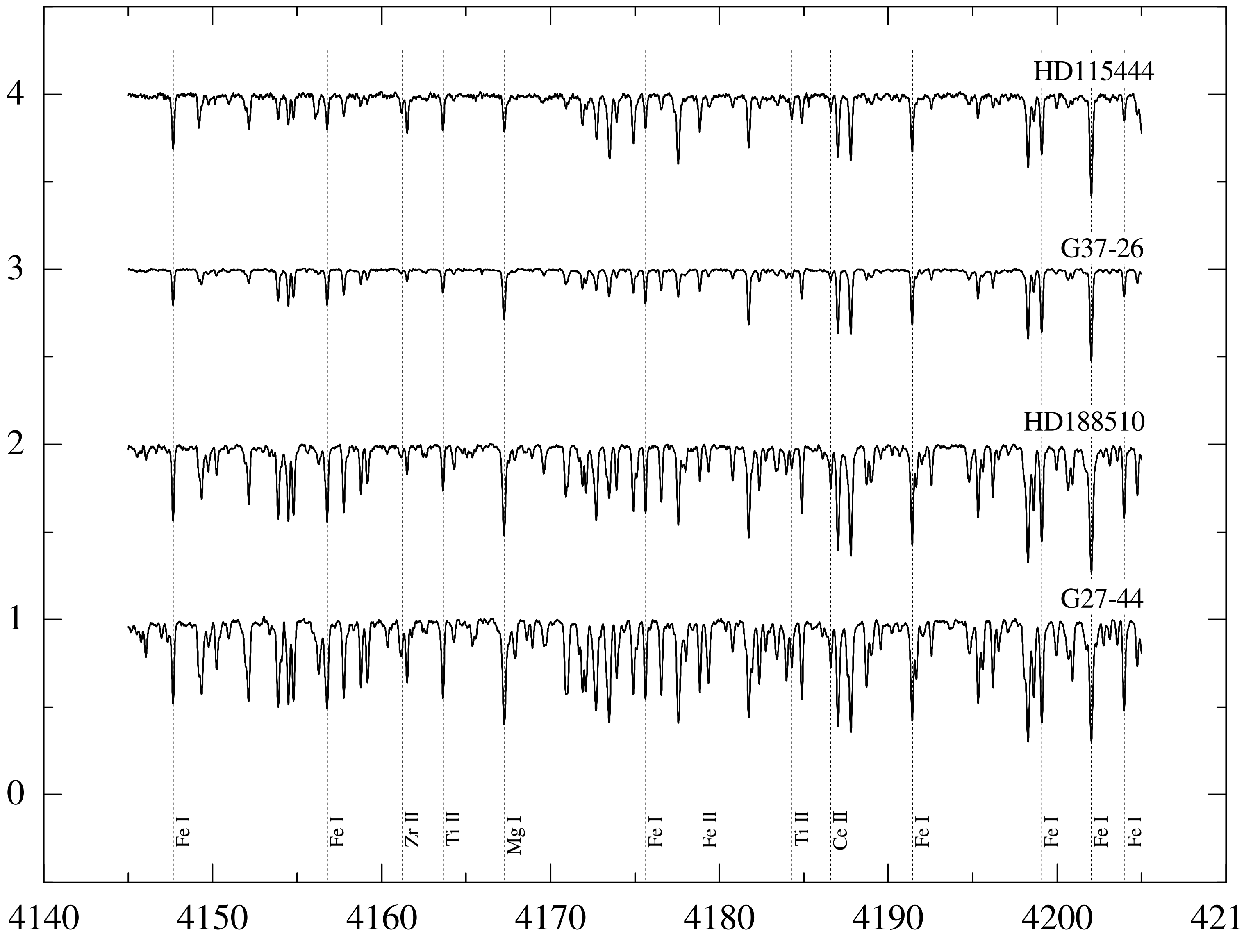

HD115444
G37-26
HD188510
G27-44
Fe I
Fe I
Zr II
Ti II
Mg I
Fe I
Fe II
Ti II
Ce II
Fe I
Fe I
Fe I
Fe I
4140
4150
4160
4170
4180
4190
4200
4210
0
1
2
3
4

Рис.4.13

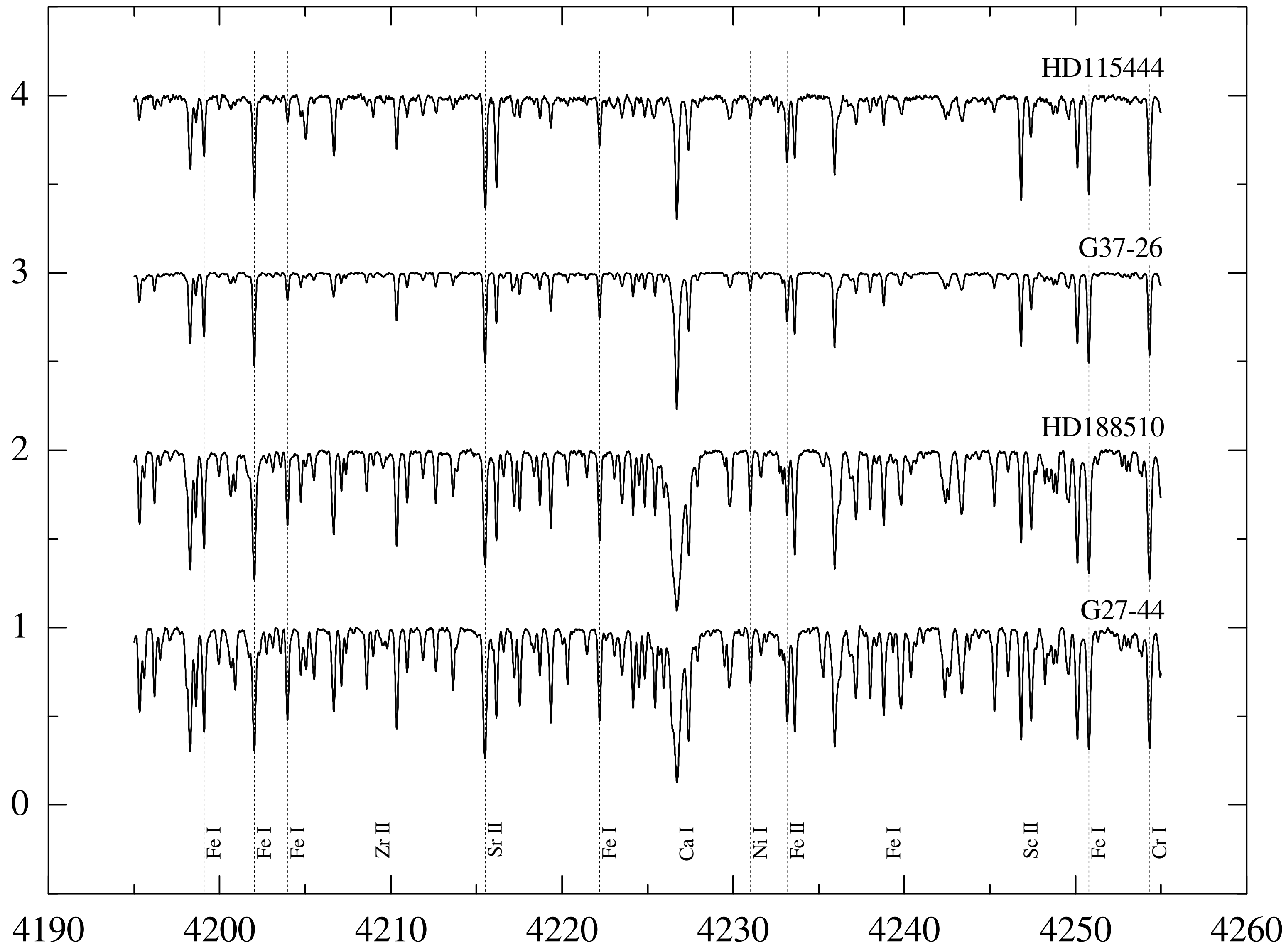
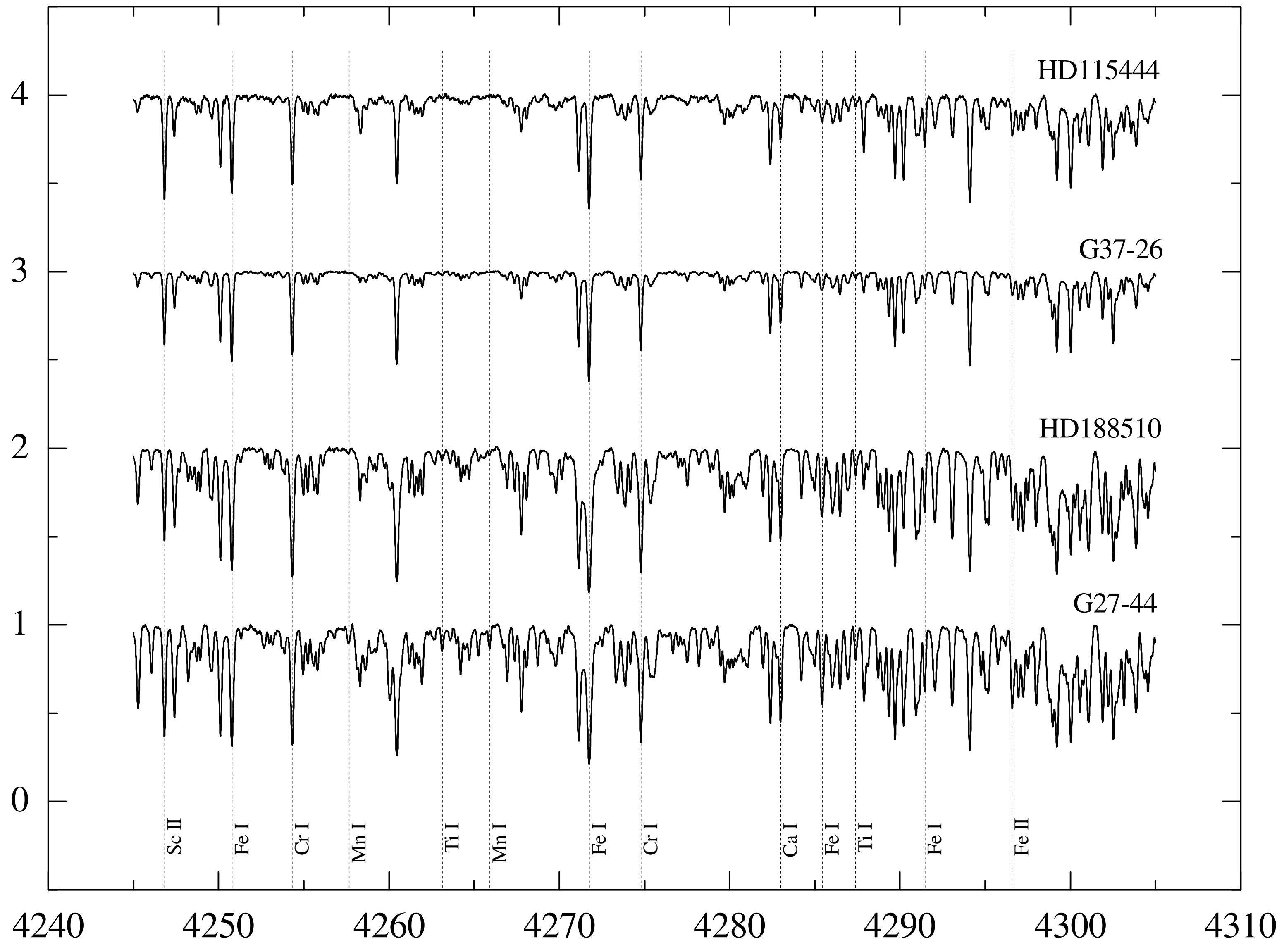

HD115444
G37-26
HD188510
G27-44
4
3
2
1
0
Fe I
Fe I
Fe I
Zr II
Sr II
Fe I
Ca I
Ni I
Fe II
Fe I
Sc II
Fe I
Cr I
4190
4200
4210
4220
4230
4240
4250
4260

Рис.4.14

Рис.4.15


HD115444
G37-26
HD188510
G27-44
4
3
2
1
0
Sc II
Fe I
Cr I
Mn I
Ti I
Mn I
Fe I
Cr I
Ca I
Fe I
Ti I
Fe I
Fe II
4240
4250
4260
4270
4280
4290
4300
4310

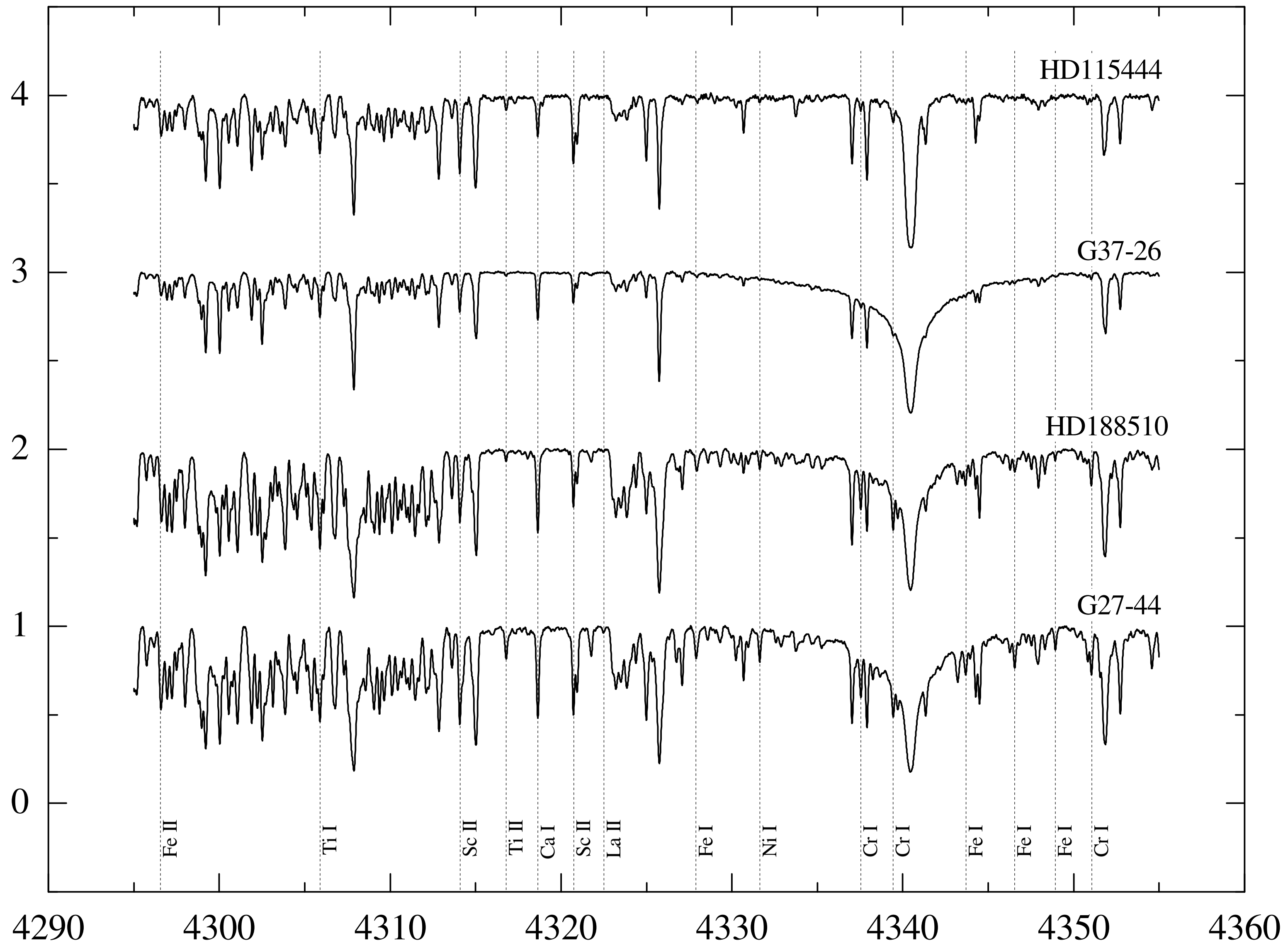

HD115444
G37-26
HD188510
G27-44
0
1
2
3
4
4290
4300
4310
4320
4330
4340
4350
4360
Fe II
Ti I
Sc II
Ti II
Ca I
Sc II
La II
Fe I
Ni I
Cr I
Cr I
Fe I
Fe I
Fe I
Cr I

Рис.4.16

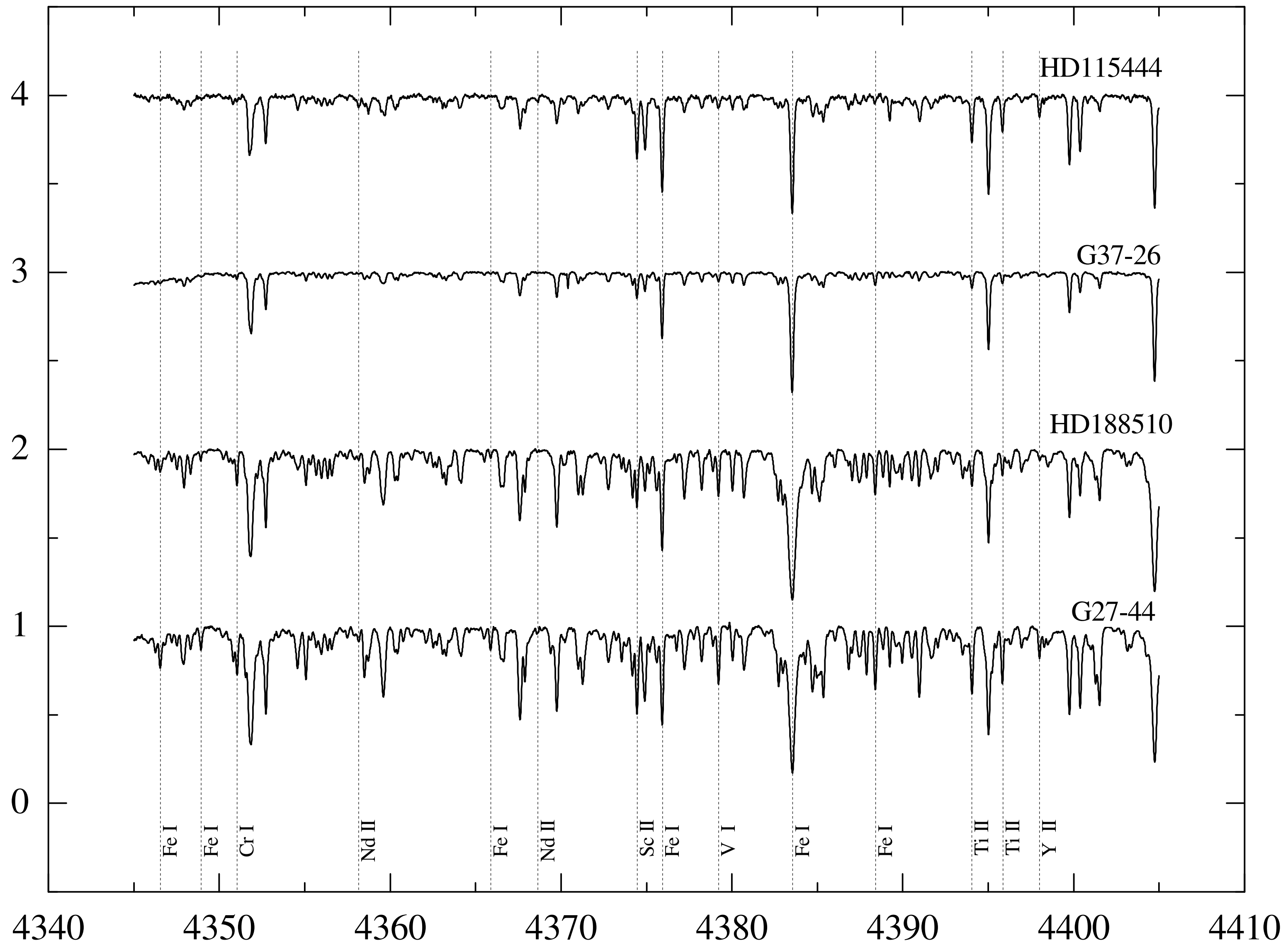

HD115444
G37-26
HD188510
G27-44
Fe I
Fe I
Cr I
Nd II
Fe I
Nd II
Sc II
Fe I
V I
Fe I
Fe I
Ti II
Ti II
Y II
4340
4350
4360
4370
4380
4390
4400
4410
0
1
2
3
4

Рис.4.17

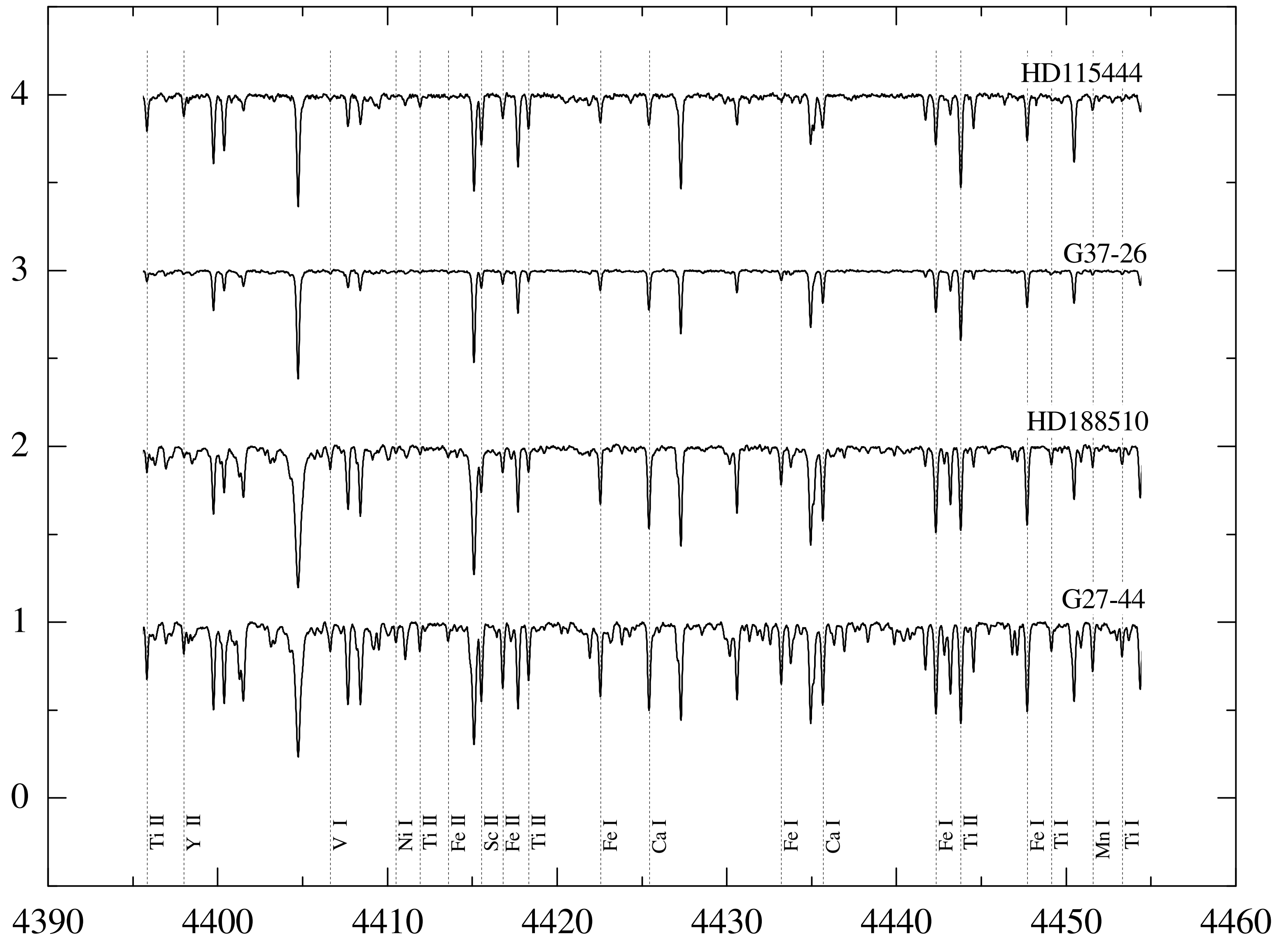

HD115444
G37-26
HD188510
G27-44
Ti II
Y II
V I
Ni I
Ti II
Fe II
Sc II
Fe II
Ti II
Fe I
Ca I
Fe I
Ca I
Fe I
Ti II
Fe I
Ti I
Mn I
Ti I
0
1
2
3
4
4390
4400
4410
4420
4430
4440
4450
4460

Рис.4.18

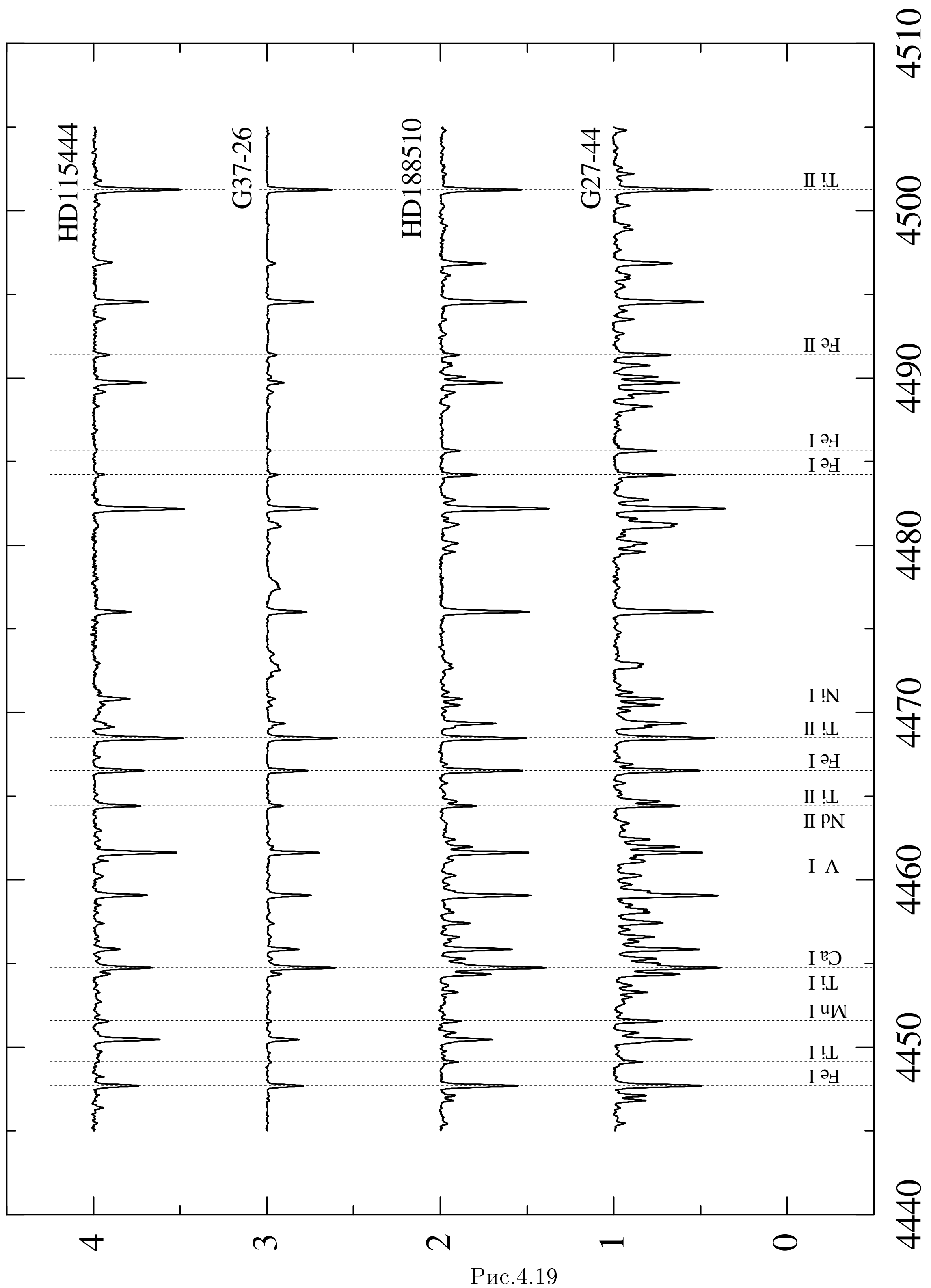

HD115444
G37-26
HD188510
G27-44
Fe I
Ti I
Mn I
Ti I
Ca I
V I
Nd II
Ti II
Fe I
Ti II
Ni I
Fe I
Fe I
Fe II
Ti II
4440
4450
4460
4470
4480
4490
4500
4510
0
1
2
3
4

Рис.4.19

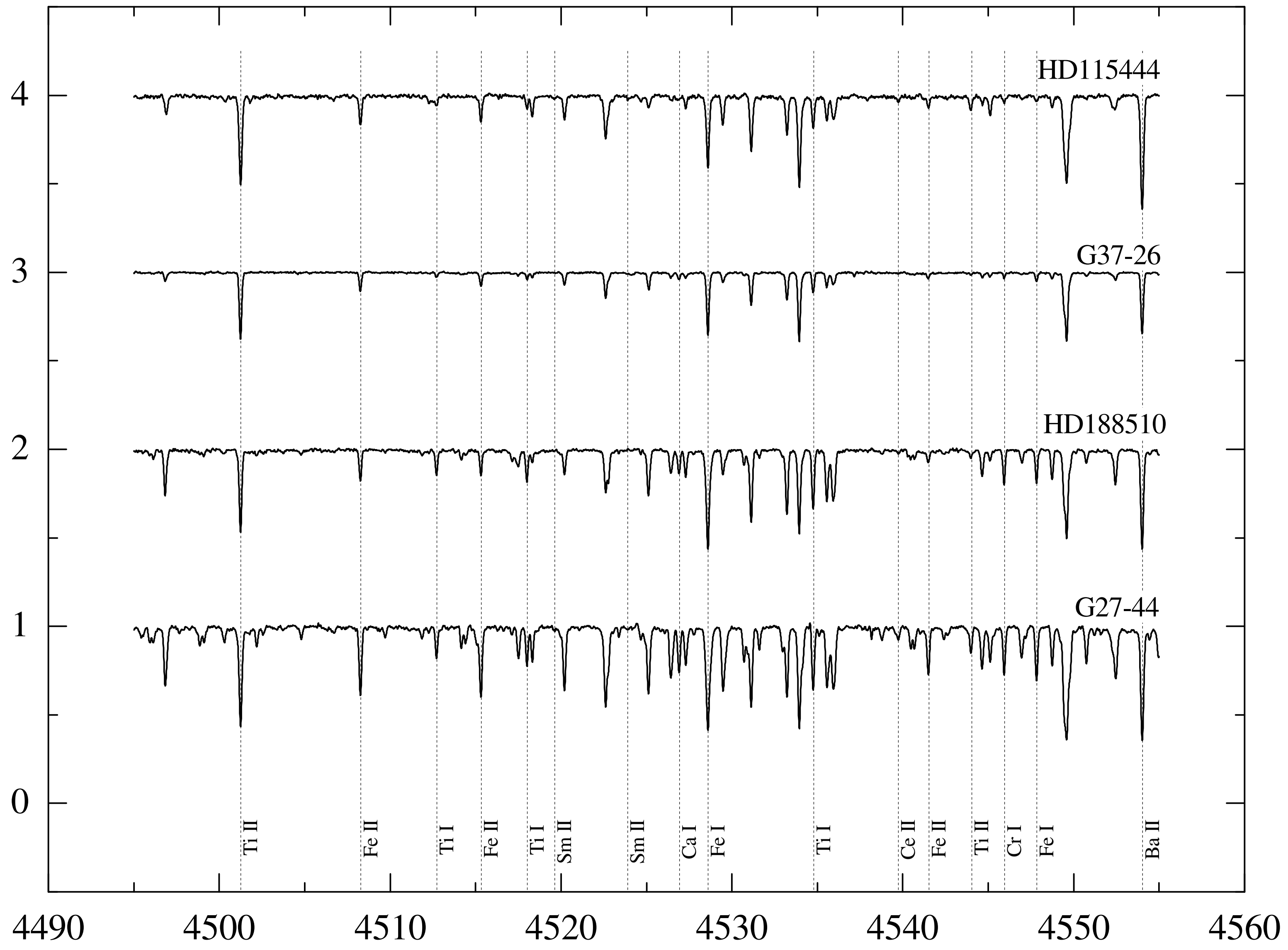

HD115444
G37-26
HD188510
G27-44
Ti II
Fe II
Ti I
Fe II
Ti I
Sm II
Sm II
Ca I
Fe I
Ti I
Ce II
Fe II
Ti II
Cr I
Fe I
Ba II
0
1
2
3
4
4490
4500
4510
4520
4530
4540
4550
4560

Рис.4.20

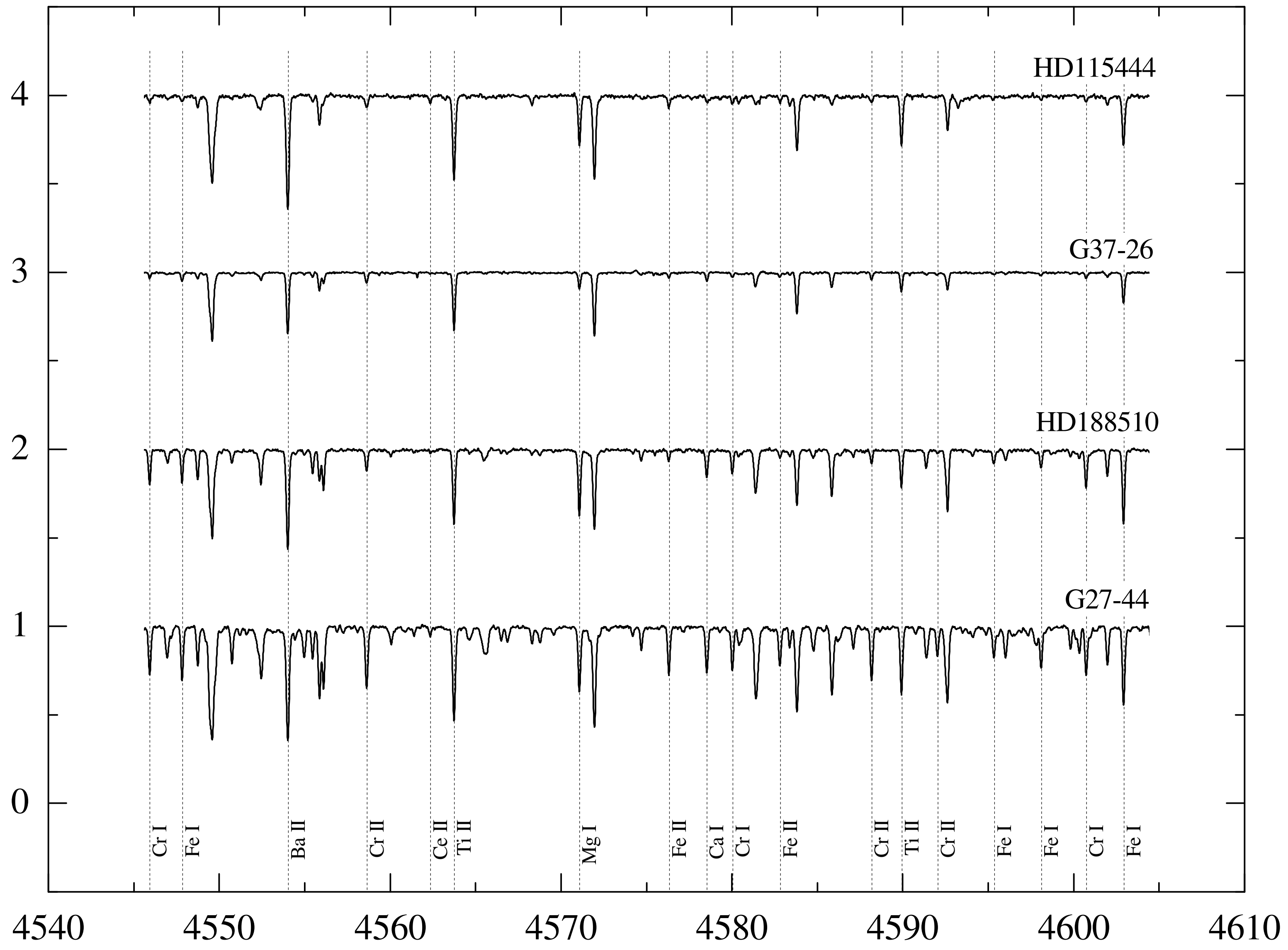

HD115444
G37-26
HD188510
G27-44
4
3
2
1
0
Cr I
Fe I
Ba II
Cr II
Ce II
Ti II
Mg I
Fe II
Ca I
Cr I
Fe II
Cr II
Ti II
Cr II
Fe I
Fe I
Cr I
Fe I
4540
4550
4560
4570
4580
4590
4600
4610

Рис.4.21

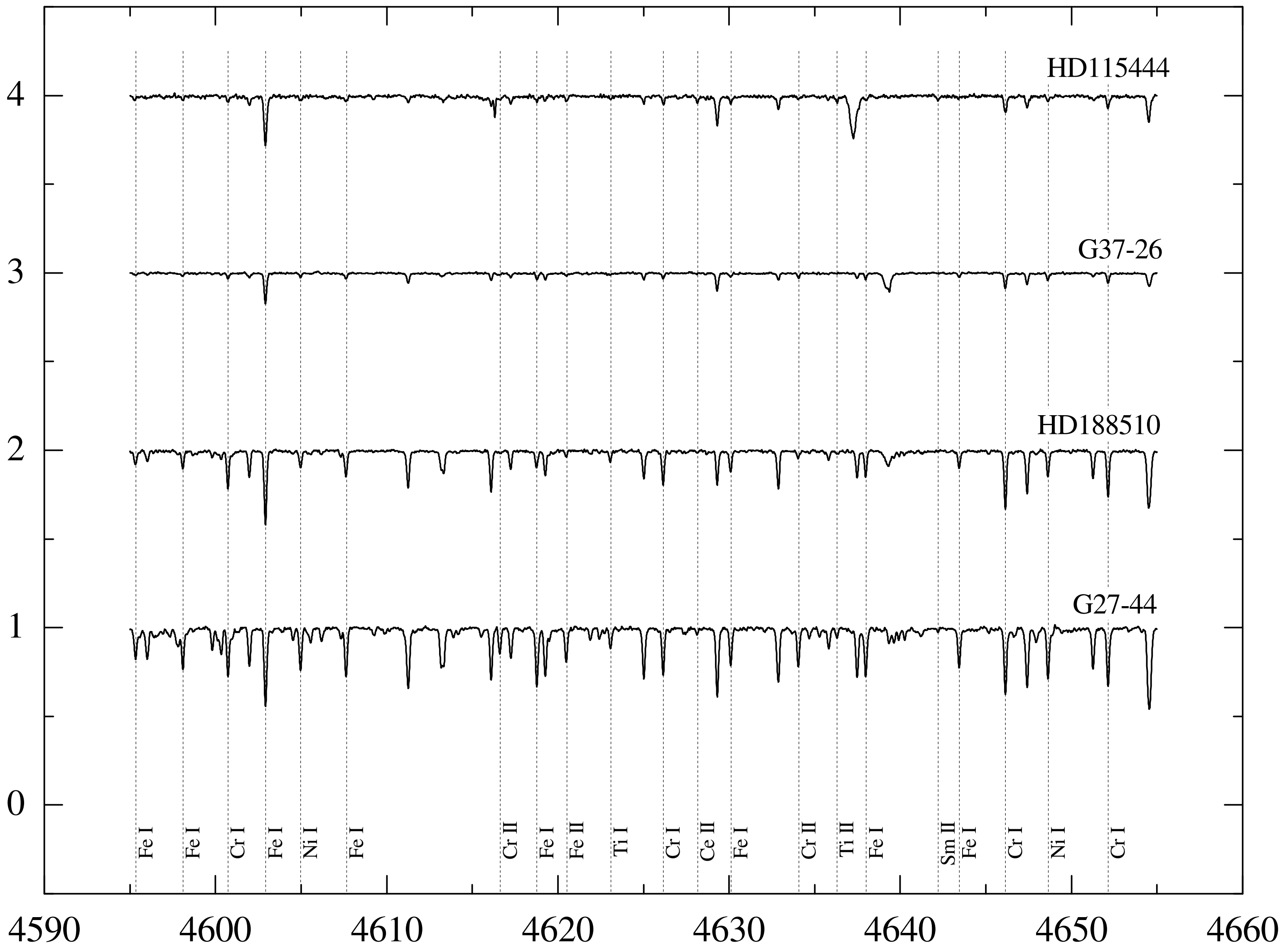
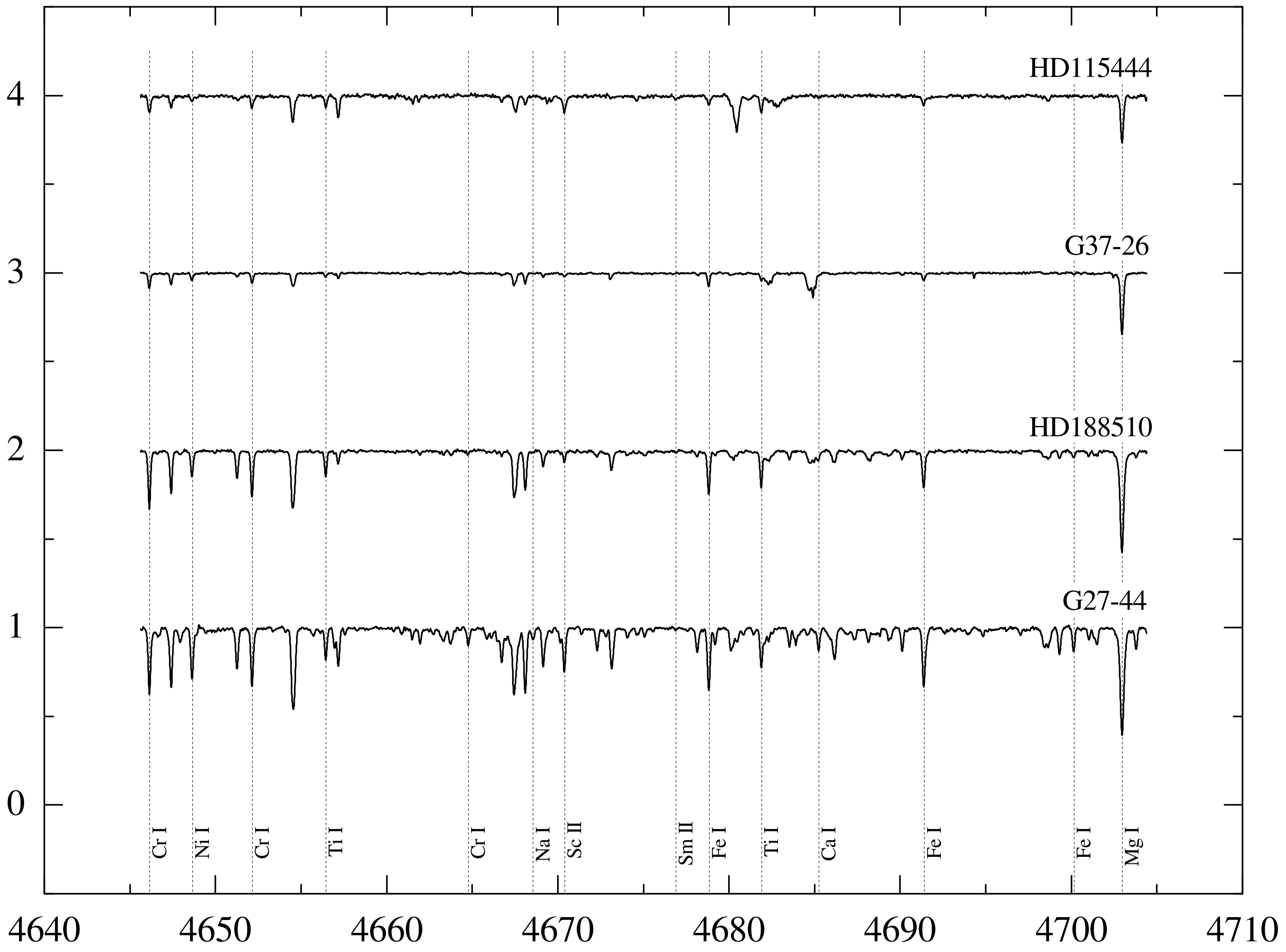

HD115444
G37-26
HD188510
G27-44
4
3
2
1
0
Fe I
Fe I
Cr I
Fe I
Ni I
Fe I
Cr II
Fe I
Fe II
Ti I
Cr I
Ce II
Fe I
Cr II
Ti II
Fe I
Sm II
Fe I
Cr I
Ni I
Cr I
4590
4600
4610
4620
4630
4640
4650
4660

Рис.4.22



HD115444
G37-26
HD188510
G27-44
4
3
2
1
0
Cr I
Ni I
Cr I
Ti I
Cr I
Na I
Sc II
Sm II
Fe I
Ti I
Ca I
Fe I
Fe I
Mg I
4640
4650
4660
4670
4680
4690
4700
4710

Рис.4.23

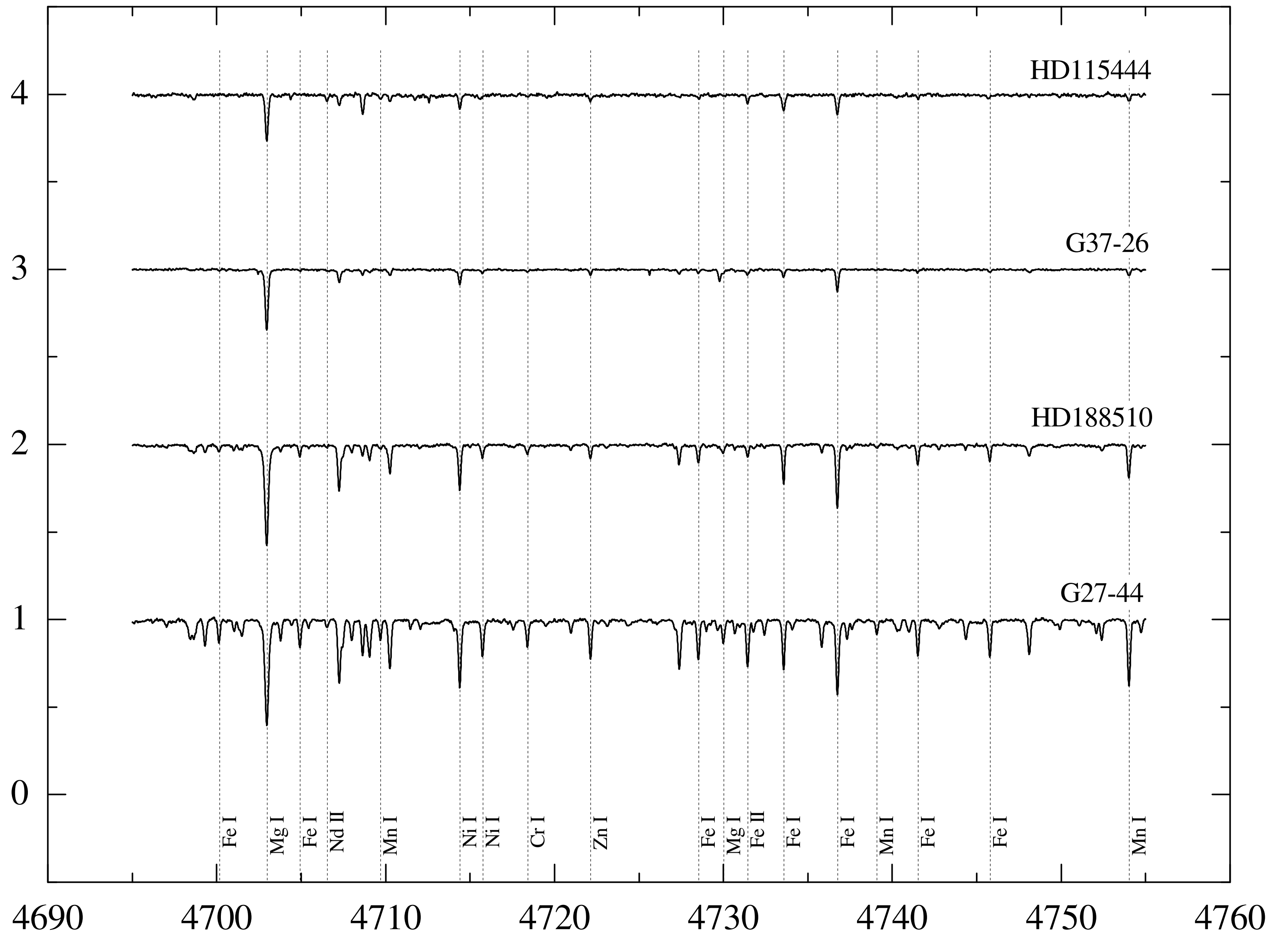

HD115444
G37-26
HD188510
G27-44
4
3
2
1
0
4690
4700
4710
4720
4730
4740
4750
4760
Fe I
Mg I
Fe I
Nd II
Mn I
Ni I
Ni I
Cr I
Zn I
Fe I
Mg I
Fe II
Fe I
Fe I
Mn I
Fe I
Fe I
Mn I

Рис.4.24

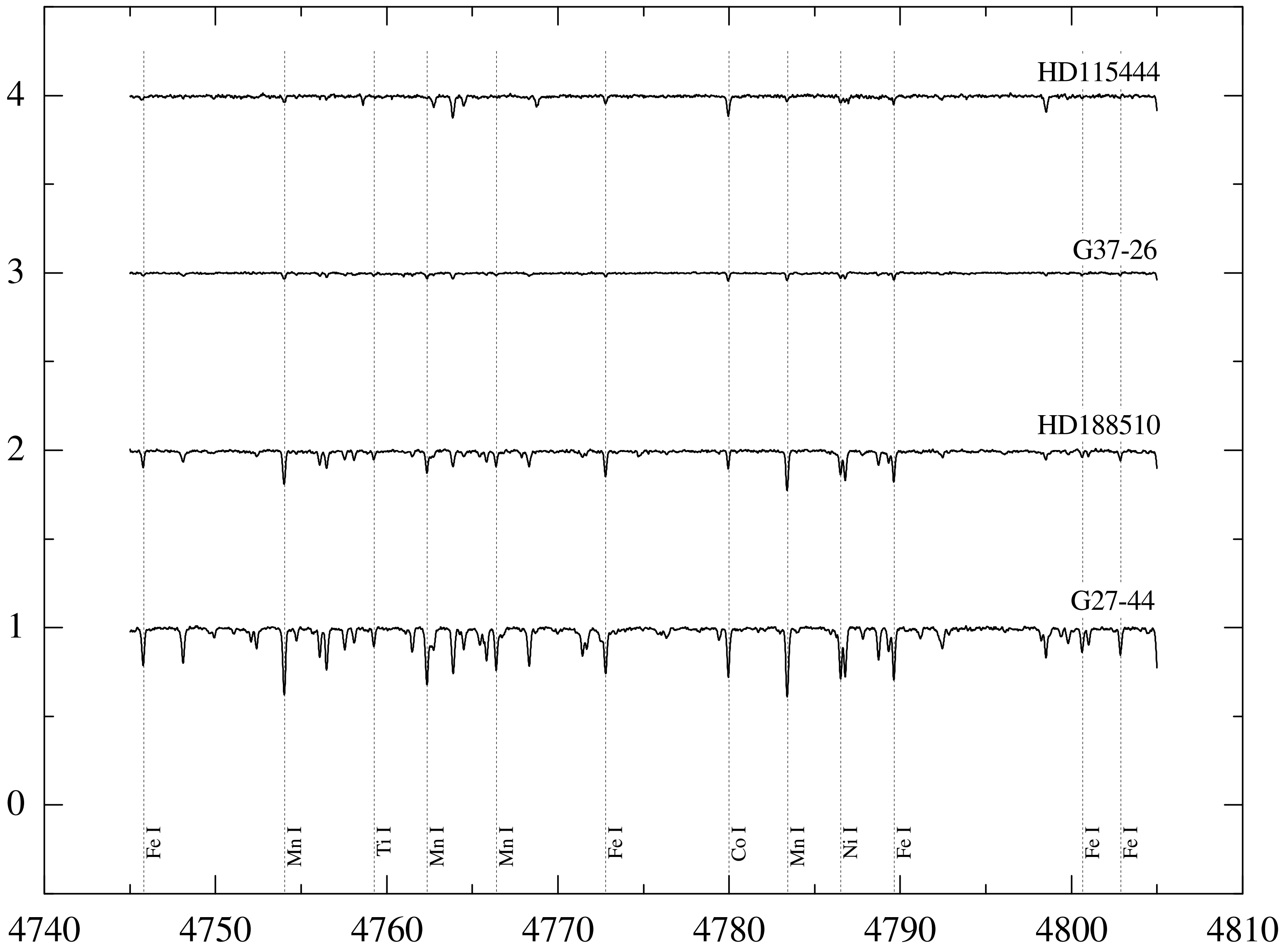

HD115444
G37-26
HD188510
G27-44
4
3
2
1
0
Fe I
Mn I
Ti I
Mn I
Mn I
Fe I
Co I
Mn I
Ni I
Fe I
Fe I
Fe I
4740
4750
4760
4770
4780
4790
4800
4810

Рис.4.25

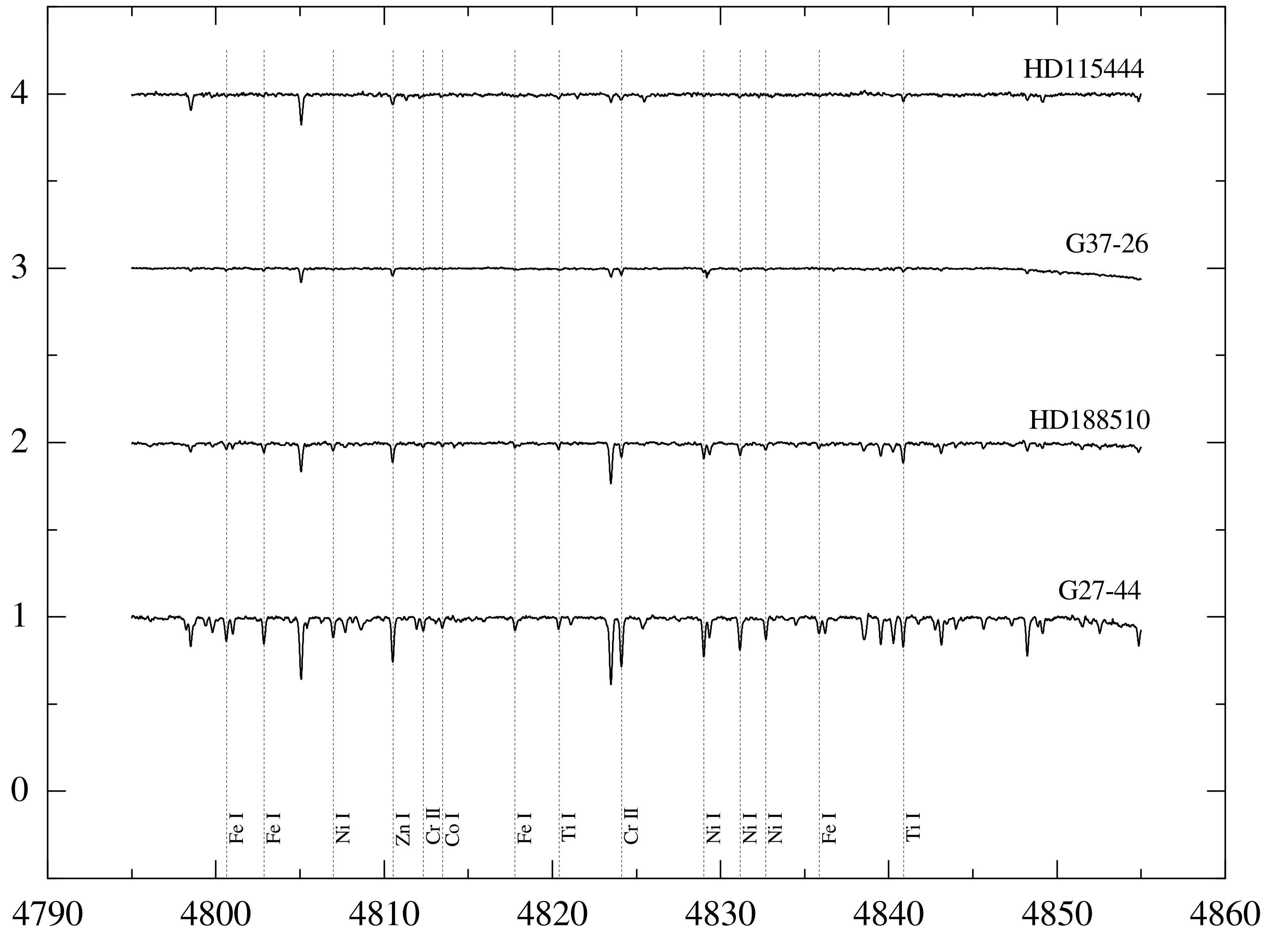
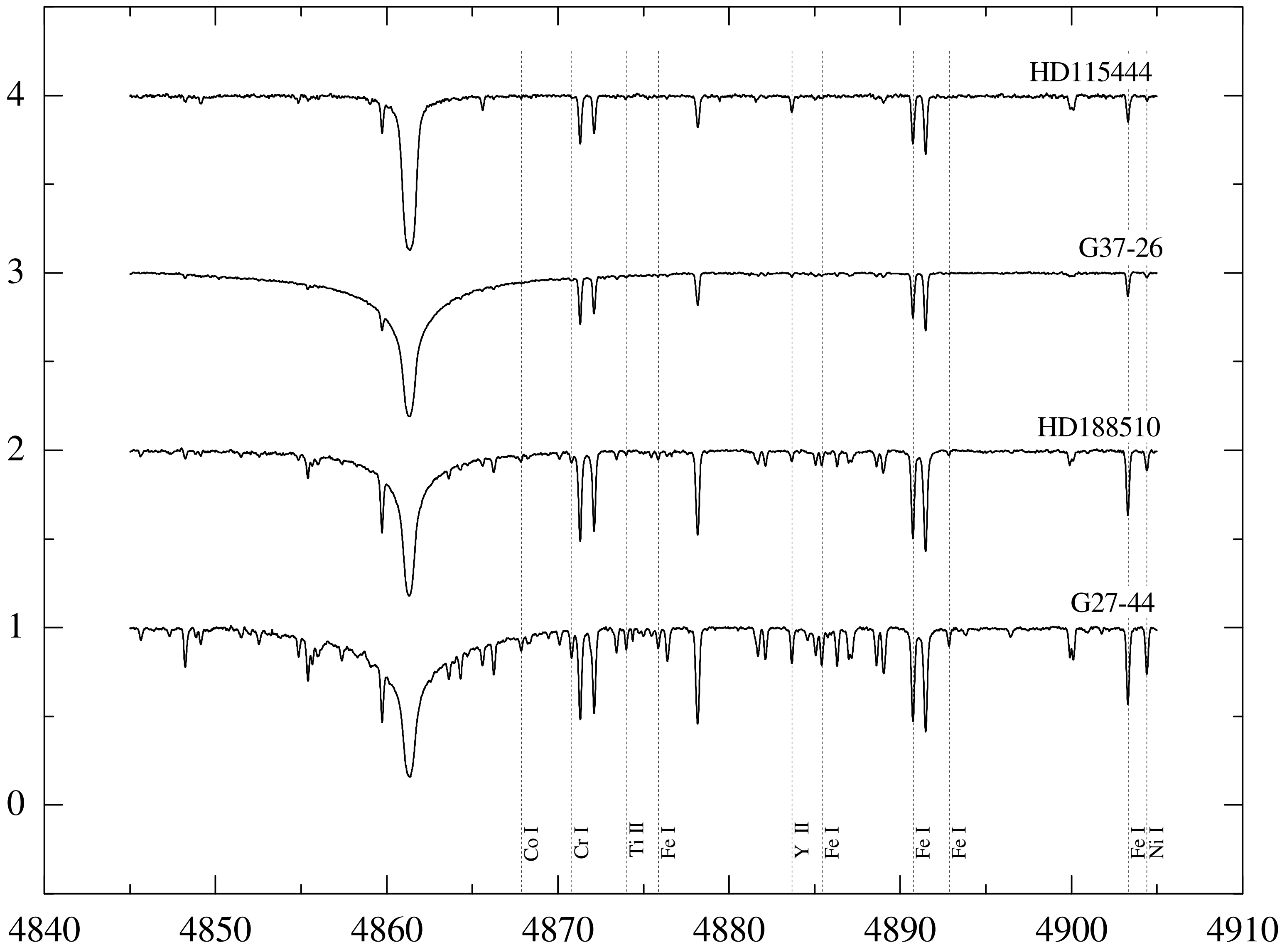

HD115444
G37-26
HD188510
G27-44
4
3
2
1
0
Fe I
Fe I
Ni I
Zn I
Cr II
Co I
Fe I
Ti I
Cr II
Ni I
Ni I
Ni I
Fe I
Ti I
4790
4800
4810
4820
4830
4840
4850
4860

Рис.4.26



HD115444
G37-26
HD188510
G27-44
Co I
Cr I
Ti II
Fe I
Y II
Fe I
Fe I
Fe I
Fe I
Ni I
0
1
2
3
4
4840
4850
4860
4870
4880
4890
4900
4910

Рис.4.27

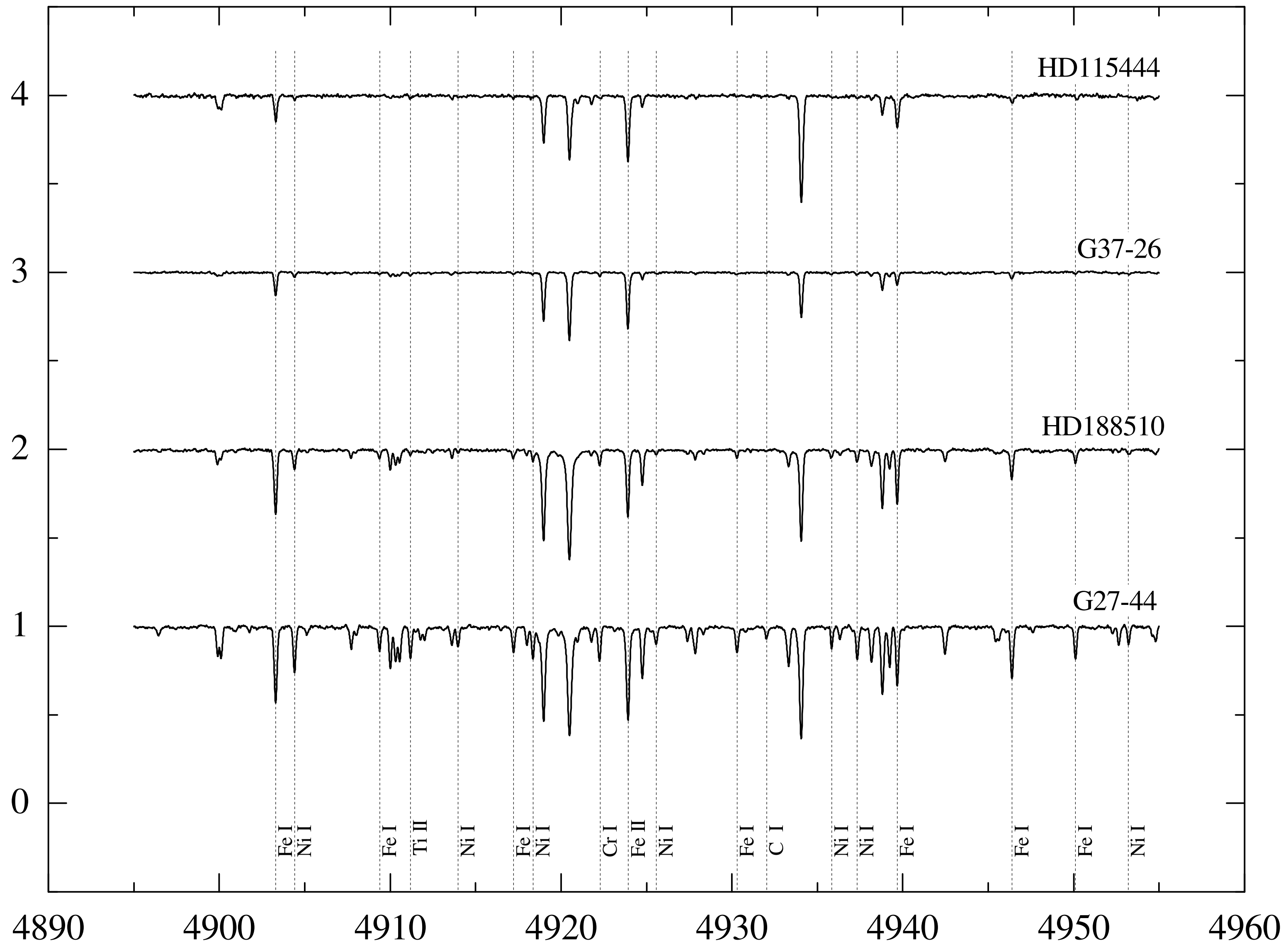

HD115444
G37-26
HD188510
G27-44
4
3
2
1
0
Fe I
Ni I
Fe I
Ti II
Ni I
Fe I
Ni I
Cr I
Fe II
Ni I
Fe I
C I
Ni I
Ni I
Fe I
Fe I
Fe I
Ni I
4890
4900
4910
4920
4930
4940
4950
4960

Рис.4.28

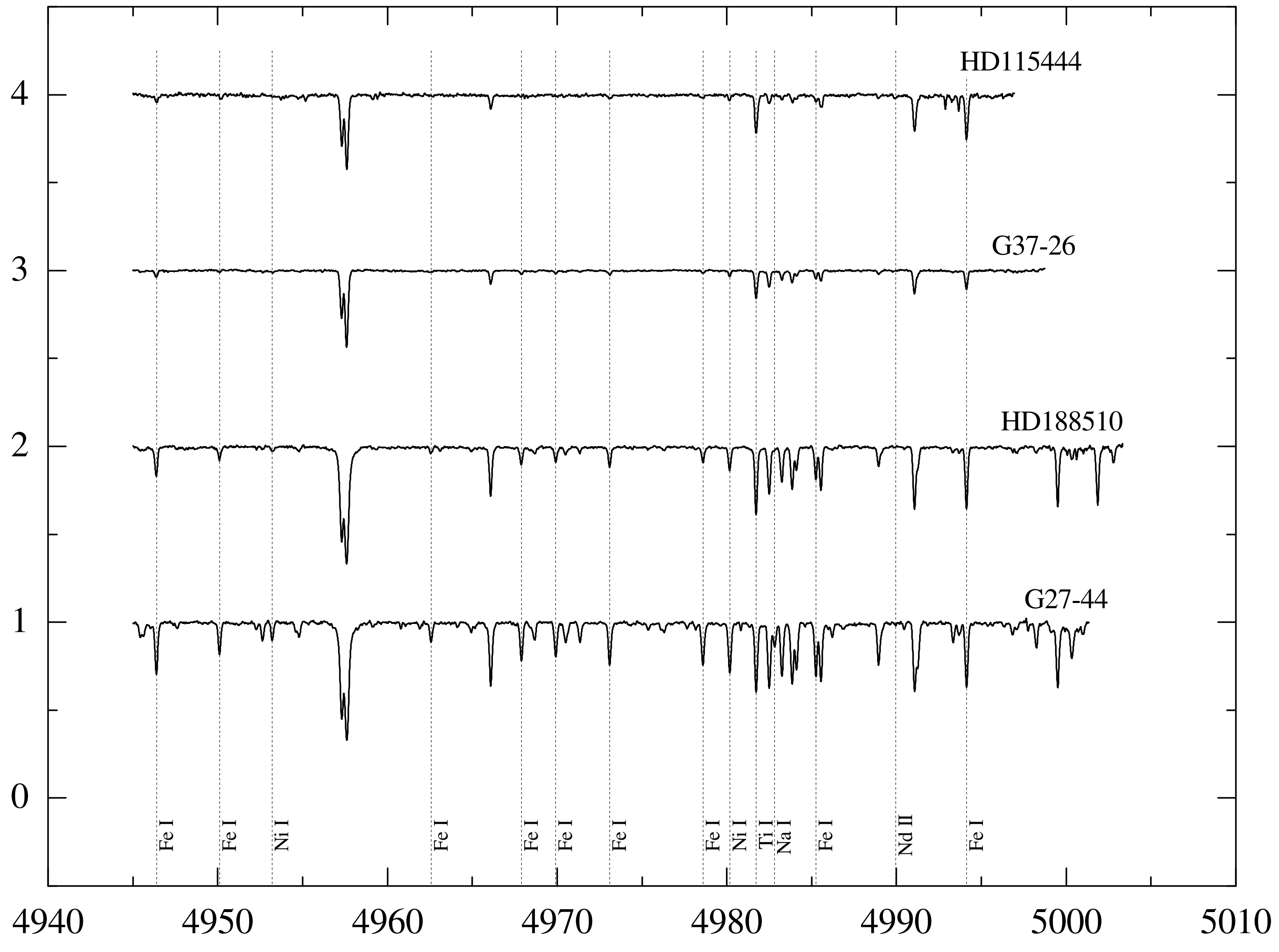

HD115444
G37-26
HD188510
G27-44
4
3
2
1
0
Fe I
Fe I
Ni I
Fe I
Fe I
Fe I
Fe I
Fe I
Ni I
Ti I
Na I
Fe I
Nd II
Fe I
4940
4950
4960
4970
4980
4990
5000
5010

Рис.4.29

Таблица 1: Основные характеристики исследованных звезд и параметры моделей атмосфер.

Звзда	V	b-y	c1	π, mas	$\sigma(\pi)$, mas	T_{eff}, K	$\lg g$	[Fe/H]	ξ_t, km/s
G27-44	7.411	0.355	0.306	23.66	0.97	4975	4.35	-0.60	1.0
HD188510	8.832	0.416	0.148	25.32	1.17	5475	5.00	-1.52	0.6
G37-26	8.056	0.351	0.208	25.85	1.14	5900	4.50	-2.04	0.7
HD115444	8.975	0.586	0.467	3.55	1.12	4750	1.60	-2.91	1.7

Таблица 2: Параметры моделей атмосфер исследованных звезд, опубликованные ранее другими авторами.

Звзда	T_{eff}, K	$\lg g$	[Fe/H]	Ссылка
HD188510	5450	–	-1.75	Карней и др., 1994
	5638	5.16	-1.37	Граттон и др., 1996
	5495	4.10	-1.70	Израелян и др., 1998
	5325	4.60	-1.60	Фулбрайт, 2000
G27-44	5759	–	-0.88	Карней и др., 1994
	5976	4.36	-0.65	Чен и др., 2001
	6002	4.45	-0.62	Граттон и др., 1996
G37-26	5842	–	-2.12	Карней и др., 1994
	6080	4.72	-1.88	Граттон и др., 1996
	5810	4.30	-2.15	Израелян и др., 1998
	6016	4.43	-1.95	Жао и Герен, 2000
	5825	4.20	-2.00	Фулбрайт, 2000
HD115444	–	–	-2.90	Карней и др., 1994
	4650	1.50	-2.99	Вестин и др., 2000

Таблица 3: Содержания элементов ($\lg\varepsilon$) в атмосферах исследованных звезд и Солнца. Приведены ошибка измерения (σ) и количество линий (N), по которым получено среднее значение. Для Солнца значения $\lg\varepsilon$ взяты из работы Гривза (1993).

Элемент	Солнце	G27-44			HD188510			G37-26			HD115444		
	$\lg\varepsilon$	$\lg\varepsilon$	σ	N	$\lg\varepsilon$	σ	N	$\lg\varepsilon$	σ	N	$\lg\varepsilon$	σ	N
Na1	6.33	5.62	0.04	3	-			-			3.73	0.00	1
Mg1	7.58	7.14	0.08	7	6.33	0.07	6	6.09	0.05	5	5.44	0.06	5
Al1	6.47	5.23	0.24	2	4.03	0.23	2	3.71	0.22	2	3.45	0.42	2
Si1	7.55	6.71	0.00	1	5.76	0.00	1	5.61	0.00	1	5.18	0.11	2
Ca1	6.36	6.07	0.04	4	5.27	0.07	5	4.85	0.05	4	3.93	0.04	4
Sc2	3.17	2.95	0.05	8	1.90	0.05	8	1.32	0.05	8	0.49	0.05	7
Ti1	5.02	4.48	0.02	40	3.69	0.02	33	3.29	0.02	16	2.47	0.03	15
Ti2	5.02	4.62	0.02	31	3.82	0.02	22	3.34	0.02	24	2.52	0.02	31
V1	4.00	3.43	0.03	14	2.54	0.05	8	2.10	0.06	5	1.26	0.13	4
V2	4.00	3.72	0.04	7	2.73	0.09	5	2.09	0.08	4	1.27	0.04	4
Cr1	5.67	5.07	0.02	31	4.19	0.03	19	3.58	0.03	15	2.53	0.02	11
Cr2	5.67	5.28	0.04	11	4.33	0.03	6	3.78	0.05	7	2.99	0.07	5
Mn1	5.39	4.69	0.03	26	3.60	0.02	16	3.02	0.01	12	2.02	0.05	6
Fe1	7.50	6.91	0.01	231	5.98	0.01	200	5.47	0.01	149	4.59	0.01	105
Fe2	7.50	6.90	0.03	18	5.98	0.02	15	5.45	0.03	15	4.59	0.03	16
Co1	4.92	4.45	0.05	13	3.59	0.03	8	3.14	0.04	5	2.37	0.07	6
Ni1	6.25	5.57	0.01	37	4.69	0.02	22	4.12	0.02	12	3.34	0.03	11
Zn1	4.60	3.92	0.02	3	3.16	0.01	2	2.66	0.04	3	1.96	0.08	2
Sr2	2.90	2.27	0.12	3	1.03	0.10	2	1.02	0.10	3	0.06	0.04	2
Y2	2.24	1.74	0.07	7	0.72	0.02	7	0.21	0.04	7	-0.63	0.04	7
Zr2	2.60	2.06	0.04	5	1.51	0.08	5	0.92	0.07	5	0.04	0.05	7
Ba2	2.13	1.74	0.06	2	0.71	0.00	1	0.35	0.07	2	-0.06	0.17	2
La2	1.22	0.85	0.06	5	0.00	0.05	4	-			-1.36	0.05	5
Ce2	1.55	1.20	0.08	9	0.41	0.06	3	-0.12	0.03	2	-1.07	0.03	6
Nd2	1.50	1.35	0.05	7	0.71	0.08	6	-0.06	0.00	1	-0.81	0.04	7
Sm2	1.01	0.73	0.05	5	0.31	0.06	2	0.38	0.01	2	-1.13	0.05	7
Eu2	0.51	0.57	0.00	1	-0.25	0.00	1	-1.40	0.00	1	-1.14	0.00	1
Gd2	1.12	0.82	0.10	2	1.09	0.00	1	-			-0.83	0.08	2
Dy2	1.14	0.85	0.22	3	-			-0.33	0.00	1	-1.03	0.10	3

Таблица 4: Содержания элементов ($[X/Fe] = \{\lg\varepsilon(X) - \lg\varepsilon(Fe)\}_* - \{\lg\varepsilon(X) - \lg\varepsilon(Fe)\}_\odot$) в атмосферах исследованных звезд.

Элемент	G27-44	HD188510	G37-26	HD155444
Na1	-0.12			+0.30
Mg1	+0.16	+0.27	+0.55	+0.77
Al1	-0.65	-0.93	-0.72	-0.12
Si1	-0.24	-0.27	+0.11	+0.53
Ca1	+0.31	+0.43	+0.53	+0.48
Sc2	+0.37	+0.25	+0.19	+0.23
Ti1	+0.06	+0.19	+0.31	+0.35
Ti2	+0.20	+0.32	+0.37	+0.41
V1	+0.03	+0.06	+0.14	+0.16
V2	+0.32	+0.25	+0.13	+0.17
Cr1	-0.01	+0.04	-0.05	-0.23
Cr2	+0.20	+0.18	+0.16	+0.23
Mn1	-0.10	-0.27	-0.33	-0.47
Fe1	+0.00	-0.00	+0.01	-0.00
Fe2	-0.00	+0.00	-0.01	+0.00
Co1	+0.13	+0.19	+0.27	+0.36
Ni1	-0.09	-0.04	-0.09	-0.01
Zn1	-0.08	+0.09	+0.10	+0.26
Sr2	-0.03	-0.35	+0.16	+0.07
Y2	+0.10	-0.00	+0.01	+0.04
Zr2	+0.06	+0.43	+0.36	+0.35
Ba2	+0.21	+0.10	+0.26	+0.72
La2	+0.23	+0.30		+0.33
Ce2	+0.25	+0.38	+0.37	+0.35
Nd2	+0.45	+0.73	+0.48	+0.60
Sm2	+0.31	+0.82	+1.41	+0.77
Eu2	+0.66	+0.76	+0.14	+1.26
Gd2	+0.30	+1.49		+0.96
Dy2	+0.31		+0.57	+0.74

Таблица 5: Содержания ряда элементов в атмосфере HD115444, полученные нами ([X/Fe]) и опубликованные в работе Вестина и др., 2000 ($[X/Fe]_{W2000}$)

Элемент	[X/Fe]	$[X/Fe]_{W2000}$
Na1	+0.30	0.00
Mg1	+0.77	+0.54
Al1	-0.12	-0.36
Si1	+0.53	+0.46
Ca1	+0.48	+0.38
Sc2	+0.23	+0.17
Ti1	+0.35	+0.40
Ti2	+0.41	+0.45
V1	+0.16	+0.13
V2	+0.17	+0.15
Cr1	-0.23	-0.28
Mn1	-0.47	-0.50
Fe1	-0.00	+0.01
Fe2	+0.00	-0.01
Co1	+0.36	+0.31
Ni1	-0.01	-0.01
Zn1	+0.26	+0.25
Sr2	+0.07	+0.32
Y2	+0.04	-0.07
Zr2	+0.35	+0.37
Ba2	+0.72	+0.18
La2	+0.33	+0.37
Ce2	+0.35	+0.34
Nd2	+0.60	+0.56
Sm2	+0.77	+0.81
Eu2	+1.26	+0.85
Gd2	+0.96	+0.89
Dy2	+0.74	+0.88

Таблица 6: Эквивалентные ширины (E.W.) в mÅ и содержания ($\lg\varepsilon(X)$), определенные по отдельным линиям элементов

Эл-т	λ, Å	$\lg gf$	G27-44		HD188510		G37-26		HD115444	
			E.W.	$\lg\varepsilon(X)$	E.W.	$\lg\varepsilon(X)$	E.W.	$\lg\varepsilon(X)$	E.W.	$\lg\varepsilon(X)$
Na 1	4497.657	-1.560	6.6	-6.467						
Na 1	4668.559	-1.300	14.9	-6.343						
Na 1	4982.814	-0.950	28.8	-6.341					1.5	-8.275
Mg 1	3832.304	0.121							191.7	-6.934:
Mg 1	3838.292	0.392							211.9	-7.072:
Mg 1	3986.753	-1.444	125.0	-4.716	77.3	-5.505	29.8	-5.794	21.1	-6.489
Mg 1	4057.505	-1.201	154.3	-4.641	93.8	-5.615	41.9	-5.829	35.5	-6.410
Mg 1	4165.101	-2.680	10.2	-5.056	13.3	-5.134:				
Mg 1	4167.271	-1.004	148.0	-4.771	113.7	-5.654	52.2	-5.866	41.1	-6.500
Mg 1	4571.096	-5.691	70.5	-4.929	66.0	-5.768	16.2	-6.027	53.6	-6.762
Mg 1	4702.991	-0.666	158.0	-5.213	144.7	-5.962	73.8	-6.049	56.2	-6.627
Mg 1	4730.029	-2.523	27.0	-4.717	8.7	-5.514				
Al 1	3944.006	-0.623	313.7	-6.543	307.5	-7.749	108.5	-8.070	153.0	-8.144
Al 1	3961.520	-0.323	259.3	-7.014	258.6	-8.203	96.1	-8.512	117.5	-8.968
Si 1	3905.523	-1.090	352.9	-5.290	422.8	-6.235	176.5	-6.386	191.6	-6.716
Si 1	4102.936	-3.140							59.5	-6.932
Ca 1	4094.925	-1.736	50.7	-5.120:	29.3	-5.870:	8.6	-6.282:	8.8	-6.926:
Ca 1	4098.528	-1.579			36.7	-5.888:			12.1	-6.923:
Ca 1	4203.117	-0.923	21.1	-6.292	21.5	-6.516	4.2	-7.077	7.3	-7.381:
Ca 1	4226.728	0.265					198.1	-7.834:	170.2	-8.523:
Ca 1	4283.011	-0.292	110.1	-5.827	97.1	-6.742	50.0	-7.110	47.9	-8.069
Ca 1	4318.652	-0.295	99.0	-5.996	86.3	-6.865	44.1	-7.241	42.1	-8.162
Ca 1	4355.079	-2.544	67.3	-3.871:	34.1	-4.827:	8.5	-5.331:		
Ca 1	4425.437	-0.286	98.2	-6.415	89.7	-7.302	39.4	-7.503	36.8	-8.318
Ca 1	4434.957	0.066	124.0	-6.460	118.6	-7.415	58.8	-7.525	57.1	-8.275
Ca 1	4435.679	-0.412	95.4	-6.330	79.7	-7.269	32.8	-7.506	41.9	-8.092
Ca 1	4454.779	0.335	143.7	-6.547	141.3	-7.525	73.8	-7.553	68.6	-8.298
Ca 1	4455.887	-0.414	101.3	-6.241	76.5	-7.290	31.5	-7.522	29.1	-8.340
Ca 1	4456.616	-1.590	45.6	-6.001	20.7	-6.898	4.9	-7.309	6.2	-7.975
Ca 1	4526.928	-0.907	49.8	-5.882	25.7	-6.654	7.8	-7.016		
Ca 1	4578.551	-0.170	48.4	-6.726	27.0	-7.476	8.5	-7.878:	8.3	-8.548:
Ca 1	4685.268	-0.544	22.9	-6.603	10.8	-7.238				
Sc 2	3567.696	-0.476	103.8	-8.901	70.4	-10.070	41.0	-10.679	87.7	-11.408
Sc 2	3576.340	0.007	129.9	-8.995	101.2	-10.086	66.6	-10.389	125.7	-10.957:
Sc 2	4246.822	0.242	131.1	-9.231	93.3	-10.301	67.3	-10.550	114.6	-11.400
Sc 2	4314.083	-0.096	113.3	-8.932	76.4	-9.940	38.3	-10.703	91.3	-11.321

Таблица 6: Эквивалентные ширины (E.W.) в mÅ и содержания ($\lg\varepsilon(X)$), определенные по отдельным линиям элементов (продолжение)

Эл-т	λ, Å	$\lg gf$	G27-44		HD188510		G37-26		HD115444	
			E.W.	$\lg\varepsilon(X)$	E.W.	$\lg\varepsilon(X)$	E.W.	$\lg\varepsilon(X)$	E.W.	$\lg\varepsilon(X)$
Sc 2	4320.732	-0.252	92.7	-9.171	53.9	-10.235	28.0	-10.825	73.3	-11.635
Sc 2	4374.457	-0.418	92.1	-8.996	55.0	-10.026	24.3	-10.744	68.0	-11.576
Sc 2	4415.557	-0.668	85.2	-8.932	48.8	-9.940	15.1	-10.808	53.5	-11.656
Sc 2	4670.407	-0.576	45.5	-9.276	11.5	-10.232	5.0	-10.717	19.5	-11.565
Ti 1	3598.713	-0.262	44.5	-7.263	27.7	-8.218				
Ti 1	3717.391	-1.210	25.4	-7.761			6.3	-8.613		
Ti 1	3729.807	-0.351	68.3	-7.482	57.9	-8.423	24.4	-8.729	48.6	-9.582
Ti 1	3741.059	-0.213	70.1	-7.556	64.6	-8.415	28.1	-8.747	54.2	-9.575
Ti 1	3817.642	-0.378	85.9	-5.193:	53.6	-6.470:	17.3	-6.920:	39.5	-7.297:
Ti 1	3924.527	-0.937			40.7	-8.219	9.3	-8.698	26.1	-9.495
Ti 1	3958.206	-0.177	76.6	-7.456	72.1	-8.326	32.7	-8.658	67.3	-9.310
Ti 1	4052.926	-0.723	11.6	-6.697:	14.4	-6.926:				
Ti 1	4055.012	-0.680	59.1	-6.530:	38.5	-7.517:	8.2	-8.041:	14.5	-8.885:
Ti 1	4060.262	-0.520	13.5	-7.866:	8.6	-8.543:				
Ti 1	4122.145	-0.409	6.8	-6.827:						
Ti 1	4159.637	-0.246	6.7	-7.457						
Ti 1	4186.117	-0.305	18.8	-7.493	12.6	-8.119				
Ti 1	4263.133	0.211	31.3	-7.310	10.3	-8.343				
Ti 1	4281.367	-1.359	10.2	-7.417						
Ti 1	4287.403	-0.442	34.4	-7.596	26.4	-8.276	7.0	-8.584		
Ti 1	4301.079	0.260	154.7	-6.022:	161.5	-7.065:	53.4	-7.827:	73.8	-8.724:
Ti 1	4305.908	0.510			119.2	-7.632:	47.4	-8.227:		
Ti 1	4417.273	-0.020	25.9	-7.232						
Ti 1	4449.143	0.500	29.1	-7.681	17.3	-8.391				
Ti 1	4453.312	-0.051	33.8	-7.451	17.8	-8.288	4.0	-8.674		
Ti 1	4453.699	-0.010	19.5	-7.439	10.7	-8.139	1.7	-8.678		
Ti 1	4465.805	-0.163	13.1	-7.634	6.4	-8.372				
Ti 1	4471.237	-0.103	19.9	-7.465	8.6	-8.295				
Ti 1	4503.757	-0.804	4.0	-7.197						
Ti 1	4512.734	-0.480	31.4	-7.649	25.7	-8.275	5.2	-8.700	12.6	-9.448
Ti 1	4518.022	-0.325	41.8	-7.586	32.9	-8.286	6.8	-8.747	18.0	-9.435
Ti 1	4534.776	0.280	65.5	-7.643	58.3	-8.419	18.6	-8.814	31.8	-9.685
Ti 1	4548.763	-0.354	37.7	-7.650	29.2	-8.338	6.8	-8.714	13.0	-9.575
Ti 1	4555.484	-0.488	33.2	-7.590	24.1	-8.294	4.5	-8.749	7.6	-9.667
Ti 1	4617.269	0.389	31.9	-7.647	20.3	-8.345	4.0	-8.817	6.8	-9.550
Ti 1	4623.097	0.110	22.5	-7.611	11.8	-8.363				
Ti 1	4629.336	-0.237	72.3	-6.060:	33.6	-7.383:	17.8	-7.449:	29.8	-8.149:
Ti 1	4639.361	-0.015	18.4	-7.599	9.5	-8.335				
Ti 1	4639.661	-0.112	19.3	-7.472	6.4	-8.426				
Ti 1	4639.939	-0.192	12.0	-7.667	6.3	-8.368				

Таблица 6: Эквивалентные ширины (E.W.) в mÅ и содержания ($\lg\varepsilon(X)$), определенные по отдельным линиям элементов (продолжение)

Эл-т	λ, Å	$\lg gf$	G27-44		HD188510		G37-26		HD115444	
			E.W.	$\lg\varepsilon(X)$	E.W.	$\lg\varepsilon(X)$	E.W.	$\lg\varepsilon(X)$	E.W.	$\lg\varepsilon(X)$
Ti 1	4645.188	-0.557	5.0	-7.716	5.1	-8.100				
Ti 1	4656.469	-1.345	33.1	-7.562	26.3	-8.273	4.6	-8.723	12.3	-9.606
Ti 1	4675.117	-1.373	10.9	-7.169						
Ti 1	4681.909	-1.071	41.9	-7.593	34.0	-8.325			20.5	-9.556
Ti 1	4758.118	0.425	17.0	-7.625	10.6	-8.224				
Ti 1	4759.270	0.514	18.9	-7.639	8.9	-8.382				
Ti 1	4781.711	-1.960	3.9	-7.281						
Ti 1	4820.411	-0.441	12.6	-7.623	6.7	-8.348			5.5	-9.120:
Ti 1	4840.874	-0.509	30.4	-7.606	21.2	-8.312			8.6	-9.556
Ti 1	4913.614	0.160	21.1	-7.594	9.5	-8.405			4.8	-9.351
Ti 1	4921.764	-0.070	16.0	-7.236	6.6	-8.033:			8.4	-8.510:
Ti 1	4928.336	0.050	9.1	-7.668	6.3	-8.194				
Ti 1	4981.731	0.504	78.9	-7.600	73.2	-8.441	29.8	-8.750	46.6	-9.646
Ti 2	3659.761	-0.740	82.7	-7.357	67.6	-7.902:	36.8	-8.663	61.9	-9.669
Ti 2	3774.640	-2.730							43.8	-9.317
Ti 2	3987.600	-2.790	35.5	-7.546	15.8	-8.181	6.8	-8.658	34.9	-9.436
Ti 2	4028.343	-0.990	71.8	-7.221	41.7	-7.987	19.1	-8.662	45.0	-9.502
Ti 2	4053.834	-1.060	59.0	-7.491	27.8	-8.242	13.1	-8.810	31.7	-9.705
Ti 2	4163.648	-0.210	79.7	-7.184	42.4	-8.060	21.6	-8.703	40.1	-9.568
Ti 2	4184.303	-2.510	52.5	-7.003:	28.1	-7.638:	8.9	-8.366:	31.0	-9.255:
Ti 2	4301.914	-1.200	122.3	-6.797:	99.9	-7.539:	47.7	-8.436:	91.3	-9.158:
Ti 2	4316.799	-1.580	29.8	-7.570	11.3	-8.112	3.9	-8.755	14.7	-9.482
Ti 2	4337.915	-0.980							94.4	-9.388
Ti 2	4344.288	-1.930							50.9	-9.459
Ti 2	4386.844	-0.940	47.3	-7.280			5.8	-8.684	15.4	-9.456
Ti 2	4394.051	-1.770	66.4	-7.296	38.5	-8.008	15.2	-8.706	48.3	-9.514
Ti 2	4395.033	-0.510	130.5	-7.422	103.5	-8.274	75.9	-8.474	116.4	-9.332
Ti 2	4395.850	-1.970	53.6	-7.388	24.1	-8.137	10.6	-8.677	37.1	-9.503
Ti 2	4411.925	-2.550	28.9	-7.407	8.2	-8.160			13.2	-9.550
Ti 2	4417.719	-1.230	95.9	-7.187	64.8	-8.050	38.6	-8.645	80.8	-9.400
Ti 2	4418.330	-1.990	59.5	-7.226	25.9	-8.072	8.9	-8.754	36.4	-9.507
Ti 2	4427.882	-3.240	8.0	-7.416						
Ti 2	4443.794	-0.700	115.0	-7.464	86.4	-8.319	67.6	-8.496	104.9	-9.437
Ti 2	4464.450	-1.810	70.1	-7.218	34.1	-8.142	15.3	-8.727	51.5	-9.492
Ti 2	4468.507	-0.600	119.7	-7.449	87.0	-8.358	70.8	-8.469	105.2	-9.478
Ti 2	4469.138	-2.510	42.7	-7.270					22.7	-9.475
Ti 2	4470.857	-2.060	51.2	-7.440	21.2	-8.212	8.1	-8.806	43.2	-9.394
Ti 2	4501.273	-0.760	113.8	-7.392	81.6	-8.298	63.9	-8.504	100.5	-9.463
Ti 2	4533.969	-0.540	121.5	-7.382	87.6	-8.293	68.8	-8.477	108.2	-9.356
Ti 2	4544.028	-2.530	26.6	-7.476			2.6	-8.794	18.0	-9.400

Таблица 6: Эквивалентные ширины (E.W.) в mÅ и содержания ($\lg \varepsilon(X)$), определенные по отдельным линиям элементов (продолжение)

Эл-т	λ, Å	$\lg gf$	G27-44		HD188510		G37-26		HD115444	
			E.W.	$\lg \varepsilon(X)$	E.W.	$\lg \varepsilon(X)$	E.W.	$\lg \varepsilon(X)$	E.W.	$\lg \varepsilon(X)$
Ti 2	4545.133	-2.460	37.1	-7.407	11.8	-8.180	4.7	-8.702	20.5	-9.531
Ti 2	4563.761	-0.790	107.0	-7.380	78.3	-8.205	57.1	-8.550	95.1	-9.461
Ti 2	4568.314	-3.030	18.0	-7.236					9.8	-9.231:
Ti 2	4571.968	-0.230	120.5	-7.469	85.5	-8.351	63.3	-8.628	92.8	-9.663
Ti 2	4583.409	-2.870	18.6	-7.433	5.1	-8.143	2.5	-8.550:	10.4	-9.435
Ti 2	4589.958	-1.620	70.0	-7.365	36.9	-8.199	18.8	-8.734	54.8	-9.550
Ti 2	4609.264	-3.430	5.1	-7.511					3.3	-9.386
Ti 2	4636.320	-2.855	10.8	-7.749:					6.0	-9.720:
Ti 2	4874.014	-0.900	22.2	-7.511					4.5	-9.537
Ti 2	4911.193	-0.650	33.8	-7.440			4.0	-8.674	4.5	-9.755:
V 1	3992.792	0.460	30.4	-7.591:	9.2	-8.662:				
V 1	4111.774	0.408	45.3	-8.684	33.1	-9.506	5.6	-10.052	14.1	-10.893
V 1	4115.176	0.071	29.3	-8.733	17.9	-9.565	3.7	-9.917		
V 1	4123.512	-0.293	24.5	-8.513						
V 1	4128.076	-0.104	55.4	-7.954:	19.6	-9.360	3.6	-9.772	10.7	-10.555
V 1	4276.952	0.410	25.1	-7.711:	19.3	-8.260:	4.6	-8.662:		
V 1	4379.230	0.580	57.9	-8.592	44.2	-9.479	9.1	-10.009	15.9	-11.027
V 1	4392.065	-1.932	21.1	-6.995:	24.1	-7.445:	4.0	-7.933:	5.7	-9.062:
V 1	4406.633	-0.190	30.9	-8.453	23.0	-9.178	3.2	-9.736		
V 1	4416.468	-0.810	13.3	-8.373						
V 1	4426.002	-0.920	11.8	-8.306						
V 1	4436.133	-0.900	9.1	-8.484						
V 1	4437.834	-0.660	8.1	-8.753						
V 1	4460.291	-0.150	42.4	-8.238	17.8	-9.371				
V 1	4514.179	-0.390	19.4	-6.998:	10.4	-7.715:				
V 1	4577.174	-1.048	7.1	-8.719						
V 1	4594.124	-0.670	14.2	-8.686	6.6	-9.603				
V 1	4831.646	-1.380	3.6	-8.704						
V 1	4875.493	-0.810	9.9	-8.778	5.8	-9.580				
V 1	4881.556	-0.660							7.1	-10.505
V 2	3517.296	-0.208	86.8	-8.095						
V 2	3545.194	-0.259	77.5	-8.296	39.4	-9.554	23.1	-10.015	84.4	-10.065:
V 2	3592.021	-0.263	73.0	-8.437	48.6	-9.336	22.4	-10.047	62.8	-10.731
V 2	3700.346	-0.403	28.6	-8.362						
V 2	3951.960	-0.784	54.6	-8.323	17.9	-9.303	7.8	-9.836	20.6	-10.845
V 2	4002.936	-1.447	35.3	-8.192	9.8	-9.012			8.9	-10.674
V 2	4023.378	-0.689	50.0	-8.235	15.7	-9.137	6.2	-9.725	16.1	-10.689
V 2	4065.071	-0.238	21.7	-7.585:	9.4	-7.858:				
V 2	4204.214	-2.450							6.0	-9.551:

Таблица 6: Эквивалентные ширины (E.W.) в mÅ и содержания ($\lg\varepsilon(X)$), определенные по отдельным линиям элементов (продолжение)

Эл-т	λ, Å	$\lg gf$	G27-44		HD188510		G37-26		HD115444	
			E.W.	$\lg\varepsilon(X)$	E.W.	$\lg\varepsilon(X)$	E.W.	$\lg\varepsilon(X)$	E.W.	$\lg\varepsilon(X)$
V 2	4205.084	-1.300	47.7	-7.488:						
V 2	4220.050	-2.670	17.1	-7.254:						
Cr 1	3601.636	-0.051	31.7	-6.862						
Cr 1	3615.643	-3.050	48.7	-5.973:	36.9	-6.906:	6.0	-7.519:		
Cr 1	3639.807	0.590	51.5	-7.130	35.0	-8.031	7.8	-8.586		
Cr 1	3991.107	0.252	57.0	-6.833	34.6	-7.758	10.8	-8.165	31.3	-8.397:
Cr 1	4026.169	-0.500	21.6	-6.980						
Cr 1	4039.083	0.390	12.6	-6.994						
Cr 1	4111.367	-0.670	13.4	-6.798	9.6	-7.267:			10.6	-7.708:
Cr 1	4120.615	-4.503	17.7	-6.961:						
Cr 1	4126.520	-0.652	41.7	-5.399						
Cr 1	4129.196	-1.374			18.6	-6.211:			6.4	-7.234:
Cr 1	4131.356	-2.285			12.6	-4.534:				
Cr 1	4240.710	-1.284	16.9	-5.960:						
Cr 1	4254.332	-0.114	160.8	-7.198	172.2	-8.384	79.9	-8.443	94.0	-9.557
Cr 1	4274.796	-0.231	151.0	-7.154	163.5	-8.321	78.1	-8.360	94.1	-9.445
Cr 1	4337.552	-1.112							14.3	-9.384
Cr 1	4344.496	-0.550							27.8	-9.523
Cr 1	4351.054	-1.449			31.6	-7.765	5.7	-8.316		
Cr 1	4357.529	-1.240	13.5	-5.783:	10.3	-6.182:				
Cr 1	4373.257	-2.346	19.0	-6.706						
Cr 1	4374.166	-0.488	60.4	-5.658:	47.2	-6.377:	12.8	-6.928:		
Cr 1	4458.527	-0.757	24.9	-6.230:					5.3	-7.840:
Cr 1	4459.728	-0.650	21.7	-6.429:	9.5	-7.168:				
Cr 1	4475.347	-1.200	4.2	-6.840						
Cr 1	4501.781	-1.040							7.1	-7.535:
Cr 1	4511.908	-0.343	13.8	-6.938	6.8	-7.568				
Cr 1	4545.331	-1.280							7.3	-9.497
Cr 1	4545.945	-1.370	47.1	-7.057	31.8	-7.895	4.7	-8.528		
Cr 1	4580.043	-1.650	46.2	-6.799	25.0	-7.781	5.3	-8.198	9.2	-9.113:
Cr 1	4600.741	-1.260	51.2	-7.012	35.8	-7.851	5.4	-8.515	9.6	-9.408
Cr 1	4616.120	-1.190	53.1	-7.059	40.7	-7.841	7.0	-8.482	9.4	-9.512
Cr 1	4621.957	-0.966	12.9	-6.850						
Cr 1	4622.453	-0.040	11.4	-6.919						
Cr 1	4626.174	-1.320	45.4	-7.118	34.4	-7.863	5.3	-8.501	8.9	-9.428
Cr 1	4646.148	-0.700	65.5	-7.193	56.3	-7.982	14.9	-8.543	22.5	-9.498
Cr 1	4651.282	-1.460	41.7	-7.061	27.7	-7.862	4.0	-8.481	6.3	-9.437
Cr 1	4652.152	-1.030	60.7	-7.015	47.6	-7.847	9.7	-8.462	13.9	-9.456
Cr 1	4664.791	-0.478	19.0	-6.593:						
Cr 1	4680.840	-0.810	8.8	-6.701						

Таблица 6: Эквивалентные ширины (E.W.) в mÅ и содержания ($\lg \varepsilon(X)$), определенные по отдельным линиям элементов (продолжение)

Эл-т	λ, Å	$\lg gf$	G27-44		HD188510		G37-26		HD115444	
			E.W.	$\lg \varepsilon(X)$	E.W.	$\lg \varepsilon(X)$	E.W.	$\lg \varepsilon(X)$	E.W.	$\lg \varepsilon(X)$
Cr 1	4697.042	-1.060	10.4	-6.723						
Cr 1	4700.597	-1.255							8.0	-7.516:
Cr 1	4708.018	0.110	22.1	-7.068	10.8	-7.750				
Cr 1	4718.426	0.090	28.4	-6.864	11.9	-7.657	3.3	-8.008:		
Cr 1	4730.704	-0.192	14.7	-7.074	6.0	-7.801				
Cr 1	4737.380	-0.172	21.7	-6.861						
Cr 1	4789.340	-0.366	27.2	-7.031	11.6	-7.857	1.6	-8.492		
Cr 1	4801.047	-0.131	17.7	-6.994	5.0	-7.909				
Cr 1	4829.372	-0.787	22.0	-6.743	14.2	-7.315:				
Cr 1	4870.801	0.050			13.6	-7.653				
Cr 1	4922.280	0.270	39.0	-6.866	16.8	-7.739	3.4	-8.263	3.5	-8.974:
Cr 1	4936.335	-0.340	13.6	-6.945	7.4	-7.529:				
Cr 2	3715.172	-1.843	50.8	-6.527	18.4	-7.290:	7.1	-7.970	15.0	-8.791
Cr 2	4269.277	-2.020	19.4	-6.565						
Cr 2	4554.988	-1.282	36.2	-6.659	5.0	-7.619	1.7	-8.338		
Cr 2	4558.650	-0.449	64.7	-6.763	21.5	-7.677	11.2	-8.271	16.0	-9.084
Cr 2	4588.199	-0.627	54.5	-6.855	14.2	-7.745	6.4	-8.377	9.0	-9.203
Cr 2	4592.049	-1.221	29.8	-6.880	5.5	-7.632	3.0	-8.137		
Cr 2	4616.629	-1.361	26.8	-6.823					3.6	-8.897
Cr 2	4634.070	-0.990	40.0	-6.857	7.1	-7.743	4.4	-8.197		
Cr 2	4812.337	-1.960	17.8	-6.687	5.1	-7.148:				
Cr 2	4824.127	-0.970	55.8	-6.692	15.1	-7.585	6.7	-8.216	9.7	-9.067
Cr 2	4884.607	-2.100	15.3	-6.640						
Mn 1	3595.107	-0.860	34.6	-7.113						
Mn 1	3607.526	-0.440	42.3	-7.349						
Mn 1	3806.711	0.190	122.3	-6.401:	93.1	-7.735:	47.9	-8.000:	38.9	-9.390:
Mn 1	3823.507	0.058	67.6	-7.282	46.6	-8.338	10.3	-9.002		
Mn 1	4030.753	-0.470	182.9	-7.193	154.6	-8.678	78.1	-8.646	98.2	-9.710
Mn 1	4033.062	-0.618	165.9	-7.154	135.3	-8.650	65.5	-8.775	87.0	-9.897
Mn 1	4034.483	-0.811	141.3	-7.158	128.2	-8.536	56.7	-8.810	80.8	-9.892
Mn 1	4041.355	0.285	124.4	-6.540:	78.3	-8.061:	18.2	-8.952	19.2	-9.983
Mn 1	4048.743	-0.130	84.8	-6.726:	38.4	-8.333	7.3	-8.986	19.4	-9.510:
Mn 1	4055.544	-0.070	75.0	-7.026	41.8	-8.341	7.8	-9.034		
Mn 1	4058.930	-0.446	63.6	-6.919:	24.2	-8.330			4.8	-9.867
Mn 1	4061.730	-0.560	14.6	-7.298						
Mn 1	4070.278	-0.950	28.3	-7.317						
Mn 1	4082.939	-0.354	50.3	-7.370	23.0	-8.465	4.6	-8.971		
Mn 1	4131.102	0.104	8.4	-7.185						
Mn 1	4257.669	-0.700	37.0	-6.658:						

Таблица 6: Эквивалентные ширины (E.W.) в mÅ и содержания ($\lg \varepsilon(X)$), определенные по отдельным линиям элементов (продолжение)

Эл-т	λ, Å	$\lg gf$	G27-44		HD188510		G37-26		HD115444	
			E.W.	$\lg \varepsilon(X)$	E.W.	$\lg \varepsilon(X)$	E.W.	$\lg \varepsilon(X)$	E.W.	$\lg \varepsilon(X)$
Mn 1	4265.923	-0.270	23.0	-7.450	6.9	-8.423				
Mn 1	4436.357	-0.288	27.5	-7.348						
Mn 1	4451.586	0.278	50.4	-7.450	18.5	-8.543	4.5	-8.963	16.9	-9.183:
Mn 1	4453.012	-0.490	21.7	-7.286						
Mn 1	4455.310	-0.246	47.8	-6.749:	23.5	-7.668:	6.1	-8.114:	9.1	-8.754:
Mn 1	4457.044	-0.555	18.4	-7.190						
Mn 1	4470.144	-0.444	19.2	-7.411	5.3	-8.387				
Mn 1	4498.902	-0.343	21.6	-7.450						
Mn 1	4502.213	-0.345	20.5	-7.497	7.6	-8.347				
Mn 1	4626.530	0.210	4.6	-7.168						
Mn 1	4709.712	-0.340	21.2	-7.517	8.1	-8.362			6.4	-9.060:
Mn 1	4739.087	-0.490	15.9	-7.484						
Mn 1	4754.042	-0.086	71.8	-7.115	36.8	-8.378	7.4	-8.958	9.8	-9.823
Mn 1	4761.512	-0.138	24.7	-7.562	5.6	-8.673:				
Mn 1	4762.367	0.425	67.4	-7.156	24.3	-8.555	6.5	-8.960	3.5	-10.113
Mn 1	4765.846	-0.080	33.7	-7.412	12.0	-8.378	2.0	-8.940		
Mn 1	4766.418	0.100	46.2	-7.320	16.7	-8.407	3.0	-8.956		
Mn 1	4783.427	0.042	76.4	-7.133	41.2	-8.408	7.7	-9.056	6.6	-10.124
Mn 1	4823.524	0.144	76.7	-7.215	42.7	-8.463	9.3	-9.044	10.1	-10.001
Fe 1	3522.268	-0.987	68.3	-5.212	60.7	-6.170				
Fe 1	3540.121	-0.795	70.9	-5.282	64.4	-6.245				
Fe 1	3543.674	-0.770	60.8	-4.909	40.6	-5.971	10.3	-6.551		
Fe 1	3546.204	-2.540	22.2	-5.178						
Fe 1	3547.194	-0.917					9.8	-6.533		
Fe 1	3559.503	-0.970	68.0	-4.813					18.8	-7.316
Fe 1	3564.110	-2.890	42.2	-5.097	27.1	-6.032	5.7	-6.463	14.2	-7.272
Fe 1	3567.369	-2.092			20.5	-6.111				
Fe 1	3573.393	-0.852	65.1	-4.774	43.6	-5.891	12.0	-6.496		
Fe 1	3575.979	-0.854	75.8	-4.907	57.3	-6.026				
Fe 1	3591.001	-1.800	32.9	-4.930	15.3	-5.847				
Fe 1	3595.301	-1.099	67.8	-5.076	47.9	-6.204	10.8	-6.728		
Fe 1	3597.053	-0.853			43.3	-5.981	11.2	-6.584		
Fe 1	3623.186	-0.767	79.2	-5.344	71.1	-6.370	37.8	-6.601		
Fe 1	3623.446	-1.604	54.6	-5.042	39.7	-5.968	8.6	-6.636		
Fe 1	3624.307	-1.998					6.6	-6.496		
Fe 1	3625.141	-0.840	73.3	-5.017	57.3	-6.078	23.3	-6.546	23.4	-7.596
Fe 1	3628.091	-2.245			33.3	-5.874	6.4	-6.488		
Fe 1	3640.388	-0.107	98.7	-5.354	89.0	-6.486	50.9	-6.567	63.8	-7.426
Fe 1	3650.279	-0.869	89.2	-5.060	78.3	-6.044				
Fe 1	3657.132	-1.913	56.9	-4.965	36.9	-5.955	5.6	-6.720		

Таблица 6: Эквивалентные ширины (E.W.) в mÅ и содержания ($\lg \varepsilon(X)$), определенные по отдельным линиям элементов (продолжение)

Эл-т	λ, Å	$\lg gf$	G27-44		HD188510		G37-26		HD115444	
			E.W.	$\lg \varepsilon(X)$	E.W.	$\lg \varepsilon(X)$	E.W.	$\lg \varepsilon(X)$	E.W.	$\lg \varepsilon(X)$
Fe 1	3658.546	-2.500	23.3	-5.170						
Fe 1	3659.516	-0.943	87.8	-5.085	66.5	-6.274	28.4	-6.727	44.3	-7.491
Fe 1	3667.253	-0.710	80.0	-5.089	52.7	-6.227	17.4	-6.605		
Fe 1	3672.707	-2.111	40.5	-5.196	22.0	-6.079				
Fe 1	3676.311	-0.986	76.5	-5.197	66.2	-6.116	30.6	-6.513		
Fe 1	3684.107	-0.374	100.6	-5.136	88.9	-6.197	45.3	-6.546	55.5	-7.475
Fe 1	3690.726	-0.173	66.4	-5.395	52.6	-6.223	18.9	-6.729		
Fe 1	3701.086	0.070							60.1	-7.511
Fe 1	3702.029	-1.140	66.4	-5.078						
Fe 1	3702.492	-2.226			32.7	-5.941				
Fe 1	3707.041	-0.467	90.9	-5.031			35.8	-6.471	40.8	-7.406
Fe 1	3715.911	-1.569	70.0	-5.055	55.8	-5.985	20.8	-6.492	23.1	-7.568
Fe 1	3716.442	-0.296	105.6	-5.016	92.5	-6.028	42.6	-6.506	54.4	-7.331
Fe 1	3725.490	-1.540	40.8	-5.202	26.2	-5.927				
Fe 1	3727.619	-0.631					116.3	-6.693		
Fe 1	3742.616	-0.894	94.4	-4.904	76.9	-5.986	25.5	-6.450	33.9	-7.223
Fe 1	3756.068	-2.119	47.8	-5.261	36.1	-5.987	6.6	-6.675		
Fe 1	3760.049	-0.847	85.8	-5.170	73.5	-6.193	40.6	-6.503	54.2	-7.413
Fe 1	3760.531	-1.234	76.6	-5.300	70.4	-6.162	28.2	-6.674	39.2	-7.600
Fe 1	3767.191	-0.389	277.2	-5.577					139.9	-7.455
Fe 1	3773.691	-1.327			32.1	-6.120				
Fe 1	3774.824	-1.447	80.0	-4.957	64.1	-5.984	21.3	-6.655	34.6	-7.484
Fe 1	3777.066	-1.850	40.1	-4.994	18.2	-5.926				
Fe 1	3787.163	-0.960			25.1	-5.982	4.9	-6.596		
Fe 1	3787.880	-0.859	193.7	-5.464	224.6	-6.585	99.6	-6.606	122.5	-7.270
Fe 1	3791.742	-1.390	34.7	-5.236	12.9	-6.176	4.0	-6.473		
Fe 1	3792.154	-1.427	62.4	-4.998	40.4	-6.016	11.6	-6.555		
Fe 1	3795.002	-0.761			238.2	-6.653			125.6	-7.331
Fe 1	3804.009	-1.040	52.7	-5.257	30.5	-6.153	7.2	-6.630		
Fe 1	3805.342	0.312	101.9	-5.384	89.0	-6.393	50.2	-6.592	52.4	-7.584
Fe 1	3815.840	0.237					158.5	-6.811	154.0	-7.424
Fe 1	3820.425	0.119					204.0	-6.963	207.8	-7.613
Fe 1	3825.881	-0.037					175.6	-6.893	183.1	-7.540
Fe 1	3840.437	-0.506							137.1	-7.451
Fe 1	3865.523	-0.982	187.7	-5.412	206.8	-6.556	97.7	-6.530	119.9	-7.268
Fe 1	3886.282	-1.076							161.9	-7.486
Fe 1	3887.048	-1.144							115.1	-7.321
Fe 1	3899.707	-1.531	191.7	-5.570	267.7	-6.628	106.2	-6.677		
Fe 1	3916.731	-0.584	70.8	-5.208	52.0	-6.163	21.3	-6.575	18.5	-7.595
Fe 1	3917.181	-2.155	102.1	-5.103	93.7	-6.227	49.4	-6.392		
Fe 1	3920.258	-1.746	161.3	-5.542	209.3	-6.609	96.2	-6.558	130.2	-7.206

Таблица 6: Эквивалентные ширины (E.W.) в mÅ и содержания ($\lg \varepsilon(X)$), определенные по отдельным линиям элементов (продолжение)

Эл-т	λ, Å	$\lg gf$	G27-44		HD188510		G37-26		HD115444	
			E.W.	$\lg \varepsilon(X)$	E.W.	$\lg \varepsilon(X)$	E.W.	$\lg \varepsilon(X)$	E.W.	$\lg \varepsilon(X)$
Fe 1	3949.953	-1.251	83.5	-5.170	72.6	-6.122	36.9	-6.471	48.7	-7.458
Fe 1	3951.163	-0.299	86.0	-5.137	60.4	-6.274	27.2	-6.654	29.9	-7.535
Fe 1	3953.857	-2.030	32.1	-5.180	14.5	-6.042				
Fe 1	3955.955	-1.530	49.6	-5.014	27.3	-5.928	6.8	-6.415		
Fe 1	3957.018	-0.562	89.0	-5.155	72.0	-6.140	27.2	-6.464	34.0	-7.197
Fe 1	4001.661	-1.901	65.9	-5.007	47.5	-5.982	12.7	-6.584		
Fe 1	4007.272	-1.276	66.7	-5.073	46.6	-6.048	12.8	-6.643	17.6	-7.486
Fe 1	4010.176	-1.790	14.2	-5.202						
Fe 1	4011.407	-2.418	31.1	-5.080	12.3	-6.029				
Fe 1	4011.711	-2.690	22.2	-5.170	10.7	-5.965				
Fe 1	4016.419	-1.600	39.3	-5.068	18.4	-5.937				
Fe 1	4021.866	-0.729	90.0	-5.064	71.7	-6.133	34.4	-6.517	43.4	-7.419
Fe 1	4022.213	-2.557	20.6	-4.966						
Fe 1	4040.638	-1.120	63.3	-4.832	38.4	-5.857	9.2	-6.460		
Fe 1	4049.327	-2.440	32.5	-5.001	13.7	-5.922				
Fe 1	4051.905	-1.430			26.3	-5.813				
Fe 1	4059.713	-1.373	41.3	-4.960	18.0	-5.875				
Fe 1	4062.440	-0.862	80.8	-5.122	64.4	-6.104	26.1	-6.547	27.8	-7.535
Fe 1	4063.594	0.062					130.8	-6.808	138.0	-7.393
Fe 1	4065.381	-1.320	38.7	-5.225	17.7	-6.095				
Fe 1	4067.271	-1.419	71.7	-5.015	54.4	-5.979	18.1	-6.501	27.2	-7.326
Fe 1	4070.770	-0.790	76.8	-5.112	51.5	-6.178	16.3	-6.567		
Fe 1	4072.502	-1.439					3.1	-6.544		
Fe 1	4073.762	-0.902	74.0	-5.040	41.7	-6.191	14.4	-6.502	13.4	-7.426
Fe 1	4079.838	-1.360	64.1	-5.019	42.6	-6.003	11.5	-6.535	14.1	-7.413
Fe 1	4080.209	-1.220	61.8	-4.945	32.4	-6.014	6.7	-6.546		
Fe 1	4080.876	-1.800	28.3	-5.119	11.7	-5.959				
Fe 1	4082.107	-1.540	33.3	-5.135	17.3	-5.899				
Fe 1	4082.424	-1.550	33.1	-4.909						
Fe 1	4085.004	-1.280	69.3	-4.934	48.1	-5.941	15.4	-6.463	14.2	-7.507
Fe 1	4085.303	-0.806	88.6	-4.902	66.5	-5.965	19.4	-6.450	24.6	-7.208
Fe 1	4085.984	-1.200	22.7	-5.067						
Fe 1	4087.093	-1.400	45.5	-5.096	23.7	-5.965	5.4	-6.427		
Fe 1	4088.556	-1.530	25.3	-5.127	11.8	-5.856				
Fe 1	4089.216	-2.022	30.2	-5.143	15.2	-5.926				
Fe 1	4090.953	-1.760	28.1	-5.099	12.0	-5.914				
Fe 1	4091.553	-2.068	26.2	-5.310	12.9	-6.087	3.9	-6.380		
Fe 1	4098.175	-0.879			52.3	-6.076			16.1	-7.382
Fe 1	4107.488	-0.879	85.9	-5.028	70.3	-6.009			35.0	-7.376
Fe 1	4109.801	-0.895	78.7	-5.137	64.7	-6.060	23.5	-6.585	25.5	-7.556
Fe 1	4112.318	-1.750	28.1	-5.083	12.8	-5.869				

Таблица 6: Эквивалентные ширины (E.W.) в mÅ и содержания ($\lg\varepsilon(X)$), определенные по отдельным линиям элементов (продолжение)

Эл-т	λ, Å	$\lg gf$	G27-44		HD188510		G37-26		HD115444	
			E.W.	$\lg\varepsilon(X)$	E.W.	$\lg\varepsilon(X)$	E.W.	$\lg\varepsilon(X)$	E.W.	$\lg\varepsilon(X)$
Fe 1	4112.958	-0.330	61.4	-5.009	28.6	-6.066	6.2	-6.638		
Fe 1	4114.445	-1.303	65.5	-5.082	46.0	-6.026	12.9	-6.562	11.8	-7.602
Fe 1	4116.970	-2.610	10.4	-4.931						
Fe 1	4118.545	0.215	98.3	-5.170	79.1	-6.219	40.9	-6.528	43.9	-7.400
Fe 1	4120.206	-1.267	62.3	-5.050	46.0	-5.907	10.8	-6.536	15.5	-7.306
Fe 1	4121.802	-1.450	62.4	-4.976	43.2	-5.895	12.2	-6.435		
Fe 1	4124.487	-2.240	7.2	-5.105						
Fe 1	4125.620	-0.612	40.5	-5.134	17.0	-6.003	4.1	-6.507		
Fe 1	4125.880	-2.215	33.5	-4.967	16.3	-5.801				
Fe 1	4126.182	-0.960	65.6	-5.109	37.9	-6.134	10.6	-6.544	9.2	-7.482
Fe 1	4126.854	-2.540	13.4	-5.227						
Fe 1	4127.607	-0.936	89.7	-4.857	63.1	-6.036	22.5	-6.564	24.1	-7.538
Fe 1	4129.461	-1.970	21.7	-5.031						
Fe 1	4132.058	-0.675	197.7	-5.211	193.5	-6.430	90.0	-6.482	101.7	-7.357
Fe 1	4132.899	-1.006	76.4	-5.095	61.2	-6.013	23.5	-6.478	27.2	-7.403
Fe 1	4134.677	-0.649	95.8	-5.071	76.6	-6.155	38.1	-6.459	42.4	-7.450
Fe 1	4136.521	-1.516	35.9	-5.157	19.8	-5.907	3.8	-6.440		
Fe 1	4136.997	-0.453	74.3	-5.170	52.1	-6.168	17.9	-6.669		
Fe 1	4137.420	-0.960	23.9	-5.142					17.6	-7.565
Fe 1	4139.927	-3.629	42.1	-5.116	32.5	-5.873	5.3	-6.457	11.2	-7.468
Fe 1	4143.868	-0.511	186.4	-5.485			95.8	-6.607	111.9	-7.340
Fe 1	4145.199	-2.800	16.0	-5.019						
Fe 1	4147.669	-2.104	84.0	-5.113	72.3	-6.142			55.7	-7.305
Fe 1	4153.899	-0.321	102.9	-5.091	73.3	-6.250	28.4	-6.566	22.5	-7.578
Fe 1	4154.498	-0.688	97.7	-4.925	74.9	-6.044	33.6	-6.521	34.0	-7.590
Fe 1	4154.805	-0.400	88.7	-5.230	70.6	-6.226	25.5	-6.581	22.3	-7.536
Fe 1	4156.798	-0.809			74.7	-6.023	33.3	-6.427	37.0	-7.402
Fe 1	4158.792	-0.670	64.6	-5.349	46.0	-6.217	12.9	-6.645	12.0	-7.534
Fe 1	4160.552	-2.880	8.0	-5.062						
Fe 1	4168.614	-1.940	21.9	-5.082	10.5	-5.802				
Fe 1	4168.941	-1.650	28.2	-5.170	14.5	-5.890				
Fe 1	4175.636	-0.827	80.9	-5.170	64.8	-6.144	30.7	-6.464	35.8	-7.395
Fe 1	4182.382	-1.180	66.9	-4.966	42.5	-5.988	12.0	-6.545		
Fe 1	4182.757	-1.660	32.1	-5.064	17.9	-5.776				
Fe 1	4184.891	-0.869	79.0	-5.144	67.5	-5.999	25.9	-6.558	29.7	-7.509
Fe 1	4187.039	-0.548	127.3	-5.431	122.1	-6.505	62.2	-6.536	68.3	-7.433
Fe 1	4189.556	-1.330	29.9	-5.170	13.6	-5.935				
Fe 1	4191.430	-0.666	120.0	-5.354	106.8	-6.486	51.8	-6.604	62.7	-7.423
Fe 1	4195.329	-0.492					28.0	-6.399		
Fe 1	4196.208	-0.696	70.2	-5.226	49.8	-6.162	16.9	-6.503	13.0	-7.505
Fe 1	4199.095	0.155	118.3	-5.329	105.9	-6.370	59.5	-6.497	64.0	-7.517

Таблица 6: Эквивалентные ширины (E.W.) в mÅ и содержания ($\lg \varepsilon(X)$), определенные по отдельным линиям элементов (продолжение)

Эл-т	λ, Å	$\lg gf$	G27-44		HD188510		G37-26		HD115444	
			E.W.	$\lg \varepsilon(X)$	E.W.	$\lg \varepsilon(X)$	E.W.	$\lg \varepsilon(X)$	E.W.	$\lg \varepsilon(X)$
Fe 1	4202.029	-0.708	164.2	-5.507	177.7	-6.603	89.9	-6.573	112.8	-7.219
Fe 1	4202.753	-2.220	26.6	-4.953						
Fe 1	4203.984	-1.010					25.5	-6.411	28.9	-7.374
Fe 1	4207.127	-1.460	54.7	-5.198	36.2	-6.047	8.5	-6.625	10.4	-7.513
Fe 1	4210.343	-0.928	115.1	-5.141	104.7	-6.238	45.4	-6.461	51.4	-7.405
Fe 1	4216.183	-3.356	95.4	-4.959	89.0	-6.073				
Fe 1	4217.545	-0.484	83.0	-5.194	59.8	-6.224	19.1	-6.624	21.7	-7.402
Fe 1	4219.360	0.000	105.0	-4.895	76.6	-6.058	35.8	-6.463	34.7	-7.401
Fe 1	4220.341	-1.311	56.9	-5.089	33.4	-6.047	8.3	-6.561	12.1	-7.310
Fe 1	4222.213	-0.967	99.5	-5.328	90.2	-6.370	40.7	-6.547	52.6	-7.386
Fe 1	4224.171	-0.506	87.8	-5.136	60.0	-6.243	21.3	-6.587	22.5	-7.422
Fe 1	4224.512	-1.040	63.0	-5.008	30.6	-6.097	6.9	-6.590		
Fe 1	4228.718	-2.540	9.3	-4.948						
Fe 1	4232.726	-4.928	26.9	-5.045	18.9	-5.849				
Fe 1	4233.602	-0.604	120.5	-5.416	118.8	-6.455	57.4	-6.561	64.1	-7.465
Fe 1	4238.810	-0.233	99.4	-5.221	78.4	-6.283	31.5	-6.587	27.3	-7.555
Fe 1	4239.361	-1.520	20.5	-5.299						
Fe 1	4241.114	-2.510	14.4	-5.242						
Fe 1	4243.816	-1.500	22.0	-5.056						
Fe 1	4250.119	-0.405	146.1	-5.392	136.6	-6.526	69.3	-6.545	73.9	-7.429
Fe 1	4250.786	-0.714	175.5	-5.372	165.7	-6.608	87.8	-6.544	106.8	-7.293
Fe 1	4266.964	-1.812	54.5	-4.969	38.8	-5.758	8.2	-6.396		
Fe 1	4268.748	-1.568	41.4	-5.010	19.0	-5.908				
Fe 1	4271.153	-0.349	170.1	-5.292	173.1	-6.383	75.2	-6.530	83.5	-7.281
Fe 1	4271.760	-0.164	257.0	-5.581			121.7	-6.755	138.1	-7.319
Fe 1	4276.676	-1.210	32.8	-5.086						
Fe 1	4282.402	-0.779	107.7	-5.254	98.3	-6.297	58.6	-6.377	76.8	-7.292
Fe 1	4291.463	-4.080	66.1	-4.933	56.9	-5.826	14.5	-6.427		
Fe 1	4294.124	-1.110	164.6	-5.122	159.7	-6.313				
Fe 1	4337.046	-1.695							72.4	-7.269
Fe 1	4348.936	-2.143	22.4	-5.214	7.7	-6.134				
Fe 1	4360.803	-1.870	17.2	-5.044						
Fe 1	4365.896	-2.250	23.7	-5.077	8.9	-5.955				
Fe 1	4373.560	-1.827	37.9	-5.106	16.2	-6.026				
Fe 1	4375.930	-3.031	108.2	-5.093	111.1	-6.183				
Fe 1	4376.774	-2.336	22.7	-4.986						
Fe 1	4377.791	-2.310	11.9	-5.142						
Fe 1	4383.545	0.200					154.0	-6.870	154.2	-7.492
Fe 1	4387.891	-1.523	44.9	-5.202	26.7	-6.003	5.3	-6.580		
Fe 1	4388.406	-0.682	64.2	-5.214	43.5	-6.094	11.8	-6.534	8.3	-7.519
Fe 1	4389.244	-4.583	36.1	-5.248	34.0	-5.886	4.3	-6.548	23.4	-7.283

Таблица 6: Эквивалентные ширины (E.W.) в mÅ и содержания ($\lg\varepsilon(X)$), определенные по отдельным линиям элементов (продолжение)

Эл-т	λ, Å	$\lg gf$	G27-44		HD188510		G37-26		HD115444	
			E.W.	$\lg\varepsilon(X)$	E.W.	$\lg\varepsilon(X)$	E.W.	$\lg\varepsilon(X)$	E.W.	$\lg\varepsilon(X)$
Fe 1	4404.750	-0.142					124.6	-6.708	132.6	-7.384
Fe 1	4415.122	-0.615	175.7	-5.473			95.9	-6.517	112.0	-7.278
Fe 1	4422.568	-1.115	80.2	-4.911	57.3	-5.961	18.7	-6.544	31.2	-7.243
Fe 1	4423.840	-1.610	22.8	-5.143	7.9	-5.999				
Fe 1	4427.309	-2.924	109.9	-5.090	109.5	-6.198				
Fe 1	4432.567	-1.600	23.5	-5.188						
Fe 1	4433.218	-0.700	62.3	-5.209	38.5	-6.107	9.6	-6.573	8.8	-7.414
Fe 1	4433.782	-1.267	43.6	-5.064	21.0	-5.915				
Fe 1	4436.920	-2.126	31.8	-4.935	14.9	-5.755				
Fe 1	4438.343	-1.630	22.6	-5.098						
Fe 1	4439.880	-3.002	17.5	-5.183						
Fe 1	4442.339	-1.255	108.0	-5.086	95.9	-6.130	40.8	-6.475	53.7	-7.408
Fe 1	4447.717	-1.342	100.9	-5.079	82.9	-6.169	35.9	-6.478	47.4	-7.424
Fe 1	4454.381	-1.299	71.7	-4.949	49.7	-5.951	14.6	-6.516	20.1	-7.342
Fe 1	4456.325	-2.171	31.4	-4.907	9.2	-5.961				
Fe 1	4461.652	-3.210	96.1	-5.091	95.4	-6.109				
Fe 1	4466.551	-0.600	95.8	-5.114	84.1	-6.065	40.3	-6.466	55.6	-7.263
Fe 1	4466.938	-1.350	19.9	-5.231	6.2	-6.097				
Fe 1	4469.375	-0.477	79.9	-5.097	53.1	-6.122	16.4	-6.517		
Fe 1	4481.609	-1.420	26.0	-5.216	9.6	-6.064				
Fe 1	4484.219	-0.864	64.4	-5.016	38.8	-5.977	11.0	-6.392	9.6	-7.270
Fe 1	4485.675	-1.020	44.1	-5.232	19.0	-6.143	4.2	-6.613		
Fe 1	4494.563	-1.136	103.9	-5.255	93.7	-6.267	45.2	-6.487	59.5	-7.404
Fe 1	4502.590	-2.350	9.1	-4.972						
Fe 1	4504.830	-2.270	13.6	-5.139						
Fe 1	4517.524	-1.858	34.2	-5.134	15.7	-5.977				
Fe 1	4523.398	-1.990	9.2	-5.256						
Fe 1	4528.614	-0.822	149.2	-5.113	125.1	-6.314	61.9	-6.453	80.3	-7.282
Fe 1	4531.625	-2.175	24.4	-4.943	10.1	-5.764				
Fe 1	4542.412	-2.050	14.6	-4.968						
Fe 1	4547.847	-1.012	55.7	-5.026	30.0	-5.971	8.8	-6.399	8.6	-7.247
Fe 1	4556.125	-0.787	65.6	-4.913	39.0	-5.910	10.7	-6.465		
Fe 1	4556.925	-2.710	5.4	-5.170						
Fe 1	4566.514	-2.376	15.6	-4.919						
Fe 1	4574.216	-2.500	9.7	-5.136						
Fe 1	4574.717	-2.970	23.6	-5.053	11.9	-5.847				
Fe 1	4587.127	-1.737	23.4	-5.063	5.9	-6.078				
Fe 1	4593.525	-2.060	6.9	-5.067						
Fe 1	4595.358	-1.758	33.9	-5.033	16.8	-5.819				
Fe 1	4598.117	-1.570	42.2	-5.107	19.5	-5.999				
Fe 1	4602.001	-3.154	39.9	-5.118	24.7	-5.953			9.9	-7.315

Таблица 6: Эквивалентные ширины (E.W.) в mÅ и содержания ($\lg \varepsilon(X)$), определенные по отдельным линиям элементов (продолжение)

Эл-т	λ, Å	$\lg gf$	G27-44		HD188510		G37-26		HD115444	
			E.W.	$\lg \varepsilon(X)$	E.W.	$\lg \varepsilon(X)$	E.W.	$\lg \varepsilon(X)$	E.W.	$\lg \varepsilon(X)$
Fe 1	4602.941	-2.209	81.6	-5.123	73.0	-5.997	28.7	-6.486	56.7	-7.260
Fe 1	4607.647	-1.545	50.6	-4.887	26.0	-5.820				
Fe 1	4619.288	-1.120	52.3	-5.031	25.2	-5.979			5.4	-7.292
Fe 1	4625.045	-1.340	52.7	-5.170	29.7	-6.049	6.6	-6.513	8.8	-7.266
Fe 1	4630.120	-2.587	37.4	-5.109	22.2	-5.900			4.5	-7.455
Fe 1	4635.846	-2.358	22.2	-5.170	11.1	-5.904				
Fe 1	4637.503	-1.390	51.4	-5.092	26.1	-6.029	5.6	-6.502	6.7	-7.293
Fe 1	4638.009	-1.119	51.8	-5.046	26.4	-5.954	5.4	-6.484		
Fe 1	4643.463	-1.147	41.1	-5.188	17.7	-6.084	4.4	-6.500		
Fe 1	4647.434	-1.351	61.2	-5.114	40.6	-6.021	10.9	-6.527	13.6	-7.381
Fe 1	4661.970	-2.502	13.8	-5.162	5.9	-5.924				
Fe 1	4669.171	-1.211	39.1	-5.170	15.3	-6.099	3.5	-6.546		
Fe 1	4678.845	-0.833	65.3	-5.052	44.6	-5.925	12.6	-6.363	10.8	-7.259
Fe 1	4679.220	-2.140	16.7	-5.079						
Fe 1	4683.559	-2.319	19.0	-5.313	8.5	-6.092				
Fe 1	4690.138	-1.645	22.2	-5.107	9.4	-5.864				
Fe 1	4691.411	-1.523	64.4	-4.820	41.0	-5.808	8.4	-6.449	11.2	-7.264
Fe 1	4704.948	-1.570	29.3	-5.007	12.5	-5.805				
Fe 1	4728.545	-1.172	42.9	-5.089	19.2	-5.976	3.8	-6.545		
Fe 1	4729.019	-1.614	10.7	-5.177						
Fe 1	4733.591	-2.988	52.1	-5.108	37.1	-5.947	7.9	-6.469	20.9	-7.252
Fe 1	4736.773	-0.752	87.2	-5.145	67.4	-6.147	22.8	-6.497	23.7	-7.377
Fe 1	4741.529	-1.765							5.0	-7.594
Fe 1	4745.800	-1.270	40.7	-5.038	16.8	-5.952				
Fe 1	4772.803	-2.897	50.6	-5.170						
Fe 1	4779.439	-2.020	14.2	-5.233						
Fe 1	4785.956	-1.930	7.1	-5.003						
Fe 1	4786.807	-1.606	48.3	-5.109	29.8	-5.905	5.4	-6.551		
Fe 1	4787.826	-2.530	11.7	-5.224						
Fe 1	4788.756	-1.763	32.7	-5.135	14.6	-5.969				
Fe 1	4789.650	-0.958	53.7	-5.126	30.9	-5.987	7.4	-6.547	6.5	-7.443
Fe 1	4800.649	-1.029	25.7	-5.190	7.2	-6.132				
Fe 1	4802.879	-1.514	28.2	-5.115	11.4	-5.928				
Fe 1	4834.506	-3.410	9.1	-5.013						
Fe 1	4835.867	-1.500	20.7	-4.923	5.5	-5.849				
Fe 1	4839.544	-1.822	26.3	-5.204						
Fe 1	4875.877	-2.020	23.2	-5.054	9.8	-5.849				
Fe 1	4885.430	-1.091	39.7	-5.050	15.2	-5.977				
Fe 1	4890.755	-0.394	119.0	-5.410	108.6	-6.444	48.6	-6.635	55.9	-7.480
Fe 1	4891.492	-0.112	140.5	-5.506	142.7	-6.505	64.9	-6.641	68.6	-7.525
Fe 1	4892.858	-1.290	18.7	-5.093	6.1	-5.903				

Таблица 6: Эквивалентные ширины (E.W.) в mÅ и содержания ($\lg\varepsilon(X)$), определенные по отдельным линиям элементов (продолжение)

Эл-т	λ, Å	$\lg gf$	G27-44		HD188510		G37-26		HD115444	
			E.W.	$\lg\varepsilon(X)$	E.W.	$\lg\varepsilon(X)$	E.W.	$\lg\varepsilon(X)$	E.W.	$\lg\varepsilon(X)$
Fe 1	4903.310	-0.926	88.4	-5.253	74.9	-6.220	25.3	-6.576	29.2	-7.468
Fe 1	4905.132	-2.050	9.0	-4.979						
Fe 1	4909.384	-1.273	26.1	-5.149	10.4	-5.940				
Fe 1	4917.230	-1.180	27.1	-5.004	10.2	-5.800				
Fe 1	4918.012	-1.360	20.4	-4.962	6.0	-5.828				
Fe 1	4924.769	-2.241	58.1	-5.010	36.4	-5.959	6.4	-6.569	13.5	-7.307
Fe 1	4927.418	-2.073	14.9	-5.022						
Fe 1	4930.315	-1.201	32.4	-5.065	9.1	-6.061				
Fe 1	4938.813	-1.077	75.5	-5.327	63.0	-6.215	17.7	-6.646	22.6	-7.486
Fe 1	4939.686	-3.340	61.5	-5.170	56.9	-5.894	13.7	-6.470	40.5	-7.244
Fe 1	4946.388	-1.170	58.2	-5.128	34.5	-6.028	8.5	-6.460	8.5	-7.323
Fe 1	4950.106	-1.670	31.4	-5.126	15.3	-5.904				
Fe 1	4961.914	-2.290	6.6	-5.159						
Fe 1	4962.571	-1.182	21.6	-5.131	8.1	-5.901				
Fe 1	4967.890	-0.622	42.8	-5.170	20.9	-5.948	4.2	-6.550		
Fe 1	4969.917	-0.710	37.7	-5.213	17.7	-5.981	3.2	-6.569		
Fe 1	4973.101	-0.950	47.1	-5.005					3.4	-7.283
Fe 1	4977.647	-2.153	7.3	-4.978						
Fe 1	4978.603	-0.877	50.8	-4.976	18.4	-6.022	2.9	-6.662	2.9	-7.399
Fe 1	4982.524	0.144	77.5	-5.190	53.5	-6.097	18.2	-6.643	12.5	-7.592
Fe 1	4983.267	-0.158	62.3	-5.189	40.5	-5.994	9.8	-6.638	7.3	-7.495
Fe 1	4983.865	-0.068	72.2	-5.118	47.5	-6.000	13.3	-6.615	10.1	-7.490
Fe 1	4985.252	-0.560	61.0	-5.030	34.5	-5.973	9.7	-6.456	8.0	-7.312
Fe 1	4985.547	-1.332	67.6	-5.236	45.7	-6.198	10.6	-6.677	15.8	-7.443
Fe 1	4986.222	-1.390	15.9	-5.086						
Fe 1	4994.129	-3.080	73.2	-5.095	64.3	-5.969	19.7	-6.470	50.9	-7.244
Fe 2	4002.083	-3.472	19.4	-5.336						
Fe 2	4178.862	-2.500	72.8	-5.083	33.7	-5.992	20.6	-6.516	37.7	-7.410
Fe 2	4233.172	-1.900	109.6	-5.000	63.4	-5.945	44.7	-6.448	72.2	-7.263
Fe 2	4416.830	-2.410	69.3	-5.140	26.8	-6.081	12.2	-6.746	26.6	-7.546
Fe 2	4491.405	-2.700	57.5	-5.069	17.1	-6.002	9.4	-6.523	14.6	-7.512
Fe 2	4508.288	-2.250	72.8	-5.170	29.3	-6.106	17.0	-6.650	31.6	-7.507
Fe 2	4515.339	-2.450	79.3	-4.797	24.7	-6.037	13.6	-6.589	28.5	-7.390
Fe 2	4520.224	-2.600	67.5	-4.964	25.5	-5.901	12.7	-6.513	29.5	-7.263
Fe 2	4541.524	-2.790	49.5	-5.197	14.6	-6.005	6.5	-6.620	13.5	-7.466
Fe 2	4555.893	-2.160	75.4	-5.203	31.5	-6.174	17.0	-6.770	33.7	-7.588
Fe 2	4576.340	-2.920	48.3	-5.109	11.3	-6.027	5.6	-6.575	13.8	-7.338
Fe 2	4582.835	-3.090	41.4	-5.115	8.5	-6.002	5.1	-6.448	8.5	-7.409
Fe 2	4583.837	-1.860	99.8	-5.060	55.4	-5.976	38.3	-6.484	61.2	-7.363
Fe 2	4620.521	-3.240	34.7	-5.143	6.6	-5.990	3.4	-6.504	7.8	-7.321

Таблица 6: Эквивалентные ширины (E.W.) в mÅ и содержания ($\lg \varepsilon(X)$), определенные по отдельным линиям элементов (продолжение)

Эл-т	λ, Å	$\lg gf$	G27-44		HD188510		G37-26		HD115444	
			E.W.	$\lg \varepsilon(X)$	E.W.	$\lg \varepsilon(X)$	E.W.	$\lg \varepsilon(X)$	E.W.	$\lg \varepsilon(X)$
Fe 2	4731.453	-3.000	49.5	-4.981	13.1	-5.829	6.2	-6.409	8.3	-7.464
Fe 2	4833.197	-4.780	3.7	-5.020						
Fe 2	4923.927	-1.320	119.1	-5.292	71.9	-6.190	59.2	-6.431	81.5	-7.397
Fe 2	4993.358	-3.640	20.5	-5.160					4.3	-7.247
Co 1	3550.585	-1.520	52.7	-7.616	51.6	-8.324	13.6	-8.930	73.9	-8.858:
Co 1	3594.864	-0.970	81.8	-7.278	80.7	-8.341	33.9	-8.814	59.3	-9.896
Co 1	3596.505	-0.707	23.2	-7.272						
Co 1	3652.537	-1.860	38.7	-7.796	33.8	-8.480	8.6	-8.879	32.4	-9.703
Co 1	3676.549	0.122	26.4	-7.540						
Co 1	3683.044	-0.217	111.2	-5.801:	119.4	-6.712:	69.8	-6.722:		
Co 1	4020.898	-2.070	32.8	-7.554	21.4	-8.392	4.9	-8.733	26.4	-9.374
Co 1	4058.183	-2.520	68.5	-6.065:	42.4	-7.338:	10.2	-7.847:	14.0	-9.186:
Co 1	4068.539	-1.251	10.4	-7.627						
Co 1	4086.298	-0.879	30.0	-7.435	12.5	-8.383				
Co 1	4110.530	-1.080	45.1	-7.658	27.5	-8.589	4.3	-9.192:	23.4	-9.711
Co 1	4121.311	-0.320	86.2	-7.444	77.6	-8.479	31.9	-8.931	70.7	-9.529
Co 1	4190.703	-3.036	16.4	-7.478	10.0	-8.317			8.1	-9.574
Co 1	4779.987	-0.219	49.7	-6.370:	15.6	-7.556:	8.0	-7.649:	22.5	-8.020:
Co 1	4792.846	-0.067	7.6	-7.802						
Co 1	4813.467	0.050	13.2	-7.677						
Co 1	4867.872	0.226							2.1	-9.812:
Ni 1	3577.229	-3.820	17.4	-6.459						
Ni 1	3661.941	-3.795	44.4	-5.861:	34.1	-6.644:	7.2	-7.191:	30.4	-7.933:
Ni 1	3728.916	-0.764	29.0	-5.905:						
Ni 1	3772.525	-4.200			30.5	-6.349:			19.0	-7.827:
Ni 1	3775.565	-1.393	105.8	-6.570	96.0	-7.769	61.3	-7.658	90.3	-8.496
Ni 1	3792.330	-3.240	45.0	-6.369	27.5	-7.328	6.3	-7.760		
Ni 1	3954.526	-0.390	18.3	-6.791:						
Ni 1	4019.058	-3.174	17.7	-5.624:						
Ni 1	4025.419	-1.214	19.9	-5.888:						
Ni 1	4027.667	-0.640	16.9	-6.371						
Ni 1	4093.031	-1.022	6.6	-6.177:						
Ni 1	4188.975	-2.802					11.8	-4.626:		
Ni 1	4231.027	-1.415	58.5	-4.834:	60.0	-5.230:	17.1	-5.948:	24.0	-6.600:
Ni 1	4331.640	-2.100	36.3	-6.484	18.9	-7.334			7.1	-8.751
Ni 1	4410.512	-1.080	21.7	-6.374	7.5	-7.192	2.2	-7.545:		
Ni 1	4437.563	-1.240	8.9	-6.335						
Ni 1	4462.449	-0.550	37.9	-6.357	15.5	-7.213	4.3	-7.620:		
Ni 1	4470.472	-0.310	46.7	-6.468	19.9	-7.397	4.8	-7.873		

Таблица 6: Эквивалентные ширины (E.W.) в mÅ и содержания ($\lg \varepsilon(X)$), определенные по отдельным линиям элементов (продолжение)

Эл-т	λ, Å	$\lg gf$	G27-44		HD188510		G37-26		HD115444	
			E.W.	$\lg \varepsilon(X)$	E.W.	$\lg \varepsilon(X)$	E.W.	$\lg \varepsilon(X)$	E.W.	$\lg \varepsilon(X)$
Ni 1	4480.561	-1.491	12.2	-5.724:						
Ni 1	4519.979	-2.880	10.9	-6.474						
Ni 1	4547.218	-1.202	12.1	-6.264						
Ni 1	4551.217	-0.880	11.1	-6.145:						
Ni 1	4600.355	-0.610	29.1	-6.387	9.3	-7.282				
Ni 1	4604.982	-0.250	42.9	-6.539	18.4	-7.425	4.1	-7.936	7.7	-8.466
Ni 1	4606.219	-1.000	15.5	-6.380	5.2	-7.159				
Ni 1	4609.905	-0.580	7.1	-6.743:						
Ni 1	4648.646	-0.100	52.9	-6.534	26.4	-7.445	6.9	-7.900	6.3	-8.782
Ni 1	4686.207	-0.580	43.3	-6.105:	6.8	-7.459:				
Ni 1	4703.803	-0.735	22.1	-6.377	7.3	-7.200				
Ni 1	4714.408	0.260	78.4	-6.435	48.7	-7.474	17.0	-7.841	16.1	-8.729
Ni 1	4715.757	-0.320	41.0	-6.468	15.2	-7.391	3.9	-7.837		
Ni 1	4729.273	-1.200	4.1	-6.367						
Ni 1	4731.793	-0.850	12.8	-6.422						
Ni 1	4732.456	-0.550	15.6	-6.364						
Ni 1	4754.756	-0.970	13.7	-6.440					2.7	-8.054:
Ni 1	4773.409	-1.530	8.0	-6.097:						
Ni 1	4786.278	-3.120	8.3	-6.392						
Ni 1	4786.531	-0.160	54.2	-6.466	25.0	-7.424	5.0	-7.999	8.2	-8.607
Ni 1	4806.984	-0.640	24.4	-6.410	9.2	-7.181				
Ni 1	4811.979	-1.480	10.4	-6.053:						
Ni 1	4829.016	-0.330	42.6	-6.447	17.0	-7.340			3.2	-8.732
Ni 1	4831.169	-0.320	36.3	-6.521	14.3	-7.366	4.0	-7.771	4.1	-8.554
Ni 1	4832.686	-0.979	24.8	-5.932:	8.5	-6.743:	2.7	-7.102:		
Ni 1	4874.788	-1.450	6.9	-6.399						
Ni 1	4904.407	-0.170	49.5	-6.466	22.7	-7.353	5.1	-7.873	4.7	-8.719
Ni 1	4913.968	-0.630	23.8	-6.385	3.5	-7.577:				
Ni 1	4918.362	-0.240	36.6	-6.383	13.7	-7.238				
Ni 1	4925.559	-0.770	21.4	-6.390	6.7	-7.232				
Ni 1	4930.796	-1.657	8.0	-5.838:						
Ni 1	4935.831	-0.350	19.6	-6.600	9.5	-7.204				
Ni 1	4937.341	-0.390	36.6	-6.477	14.2	-7.314	2.9	-7.853	3.4	-8.575
Ni 1	4952.276	-1.736	7.6	-6.002:	3.2	-6.638:				
Ni 1	4953.200	-0.580	19.3	-6.560	5.4	-7.437:				
Ni 1	4980.166	0.070	58.7	-6.459	26.0	-7.468	5.7	-8.002	7.2	-8.694
Ni 1	4984.112	0.226	52.5	-6.466	24.2	-7.389	5.6	-7.984	6.3	-8.691
Zn 1	4680.134	-0.815	25.6	-8.028			2.5	-9.286		
Zn 1	4722.153	-0.338	40.7	-8.099	15.2	-8.837	5.1	-9.408	8.4	-10.124
Zn 1	4810.528	-0.137	47.5	-8.095	20.5	-8.828	8.4	-9.326	15.2	-9.972

Таблица 6: Эквивалентные ширины (E.W.) в mÅ и содержания ($\lg\varepsilon(X)$), определенные по отдельным линиям элементов (продолжение)

Эл-т	λ, Å	$\lg gf$	G27-44		HD188510		G37-26		HD115444	
			E.W.	$\lg\varepsilon(X)$	E.W.	$\lg\varepsilon(X)$	E.W.	$\lg\varepsilon(X)$	E.W.	$\lg\varepsilon(X)$
Sr 2	4077.709	0.167	202.1	-9.940	153.6	-11.074	97.5	-11.131	143.6	-11.978
Sr 2	4161.792	-0.502	17.6	-9.524			1.5	-10.790	7.1	-11.234
Sr 2	4215.519	-0.145	187.5	-9.734	143.2	-10.868	86.3	-11.015	131.9	-11.898
Y 2	3549.005	-0.280	54.8	-10.144	28.8	-11.218	11.5	-11.799	44.4	-12.724
Y 2	3600.741	0.280	74.5	-10.074	43.2	-11.333	25.8	-11.764	70.1	-12.484
Y 2	3710.294	0.460	84.5	-10.171	51.8	-11.346	37.2	-11.634	76.9	-12.553
Y 2	3774.331	0.210	78.3	-10.127	44.8	-11.332	24.6	-11.860	70.3	-12.594
Y 2	3950.352	-0.490	47.7	-10.420	25.0	-11.227	8.0	-11.888	48.2	-12.575
Y 2	4204.695	-1.760			52.5	-9.403:	13.6	-10.466:		
Y 2	4398.013	-1.000	29.6	-10.460	11.6	-11.209	4.1	-11.728	21.4	-12.709
Y 2	4883.684	0.070	37.7	-10.452	12.2	-11.300	4.3	-11.873	17.1	-12.799
Zr 2	3671.265	-0.600	40.0	-9.414:	11.8	-10.428	3.6	-11.060		
Zr 2	3674.696	-0.446	80.3	-8.711:	55.0	-9.725	14.3	-10.892	44.8	-11.911
Zr 2	3714.794	-0.930	17.6	-9.943	6.1	-10.630			13.3	-12.009
Zr 2	3998.954	-0.387	37.0	-9.922	18.2	-10.586	5.4	-11.269	26.3	-12.158
Zr 2	4050.316	-1.000	9.7	-10.069					8.8	-11.961
Zr 2	4161.213	-0.720	55.7	-8.913:	15.9	-10.202	3.6	-10.996	19.2	-11.852
Zr 2	4208.977	-0.460	29.4	-9.944	12.9	-10.582	4.3	-11.176	21.4	-12.055
Zr 2	4317.299	-1.380	7.7	-9.830					6.0	-11.796
Ba 2	4130.645	0.680	25.6	-10.316	11.6	-10.775	2.1	-11.723	10.4	-12.226
Ba 2	4554.029	0.170	137.1	-10.198	107.3	-11.289	58.5	-11.588	141.6	-11.886
La 2	3988.515	0.138	24.6	-11.127	5.8	-12.092			18.9	-13.264
La 2	3995.745	-0.094	23.6	-11.145	7.3	-11.990			16.7	-13.377
La 2	4086.709	-0.032	23.8	-11.379	10.5	-12.055			22.0	-13.504
La 2	4123.218	0.067	27.9	-11.055	9.5	-11.873			14.6	-13.451
La 2	4322.503	-1.051	5.4	-11.043	2.5	-11.568:			3.5	-13.225
Ce 2	3577.456	0.174	16.4	-10.431						
Ce 2	3999.237	0.232	11.0	-11.005					6.5	-13.288:
Ce 2	4014.897	-0.032	7.7	-10.707					3.9	-12.982
Ce 2	4081.219	-0.244	23.5	-9.906:	10.1	-10.574:			8.4	-12.482:
Ce 2	4083.222	0.109	8.5	-10.641	4.2	-11.123	1.7	-11.567		
Ce 2	4118.143	0.017	6.7	-10.678	4.2	-11.044				
Ce 2	4120.827	-0.130	2.6	-11.333:					4.6	-13.071
Ce 2	4137.645	0.246	14.9	-10.660			1.1	-12.091	9.6	-12.868
Ce 2	4186.594	0.813	55.7	-9.614:	43.5	-10.212:	11.1	-11.205:	18.8	-12.660:

Таблица 6: Эквивалентные ширины (E.W.) в mÅ и содержания ($\lg \varepsilon(X)$), определенные по отдельным линиям элементов (продолжение)

Эл-т	λ, Å	$\lg gf$	G27-44		HD188510		G37-26		HD115444	
			E.W.	$\lg \varepsilon(X)$	E.W.	$\lg \varepsilon(X)$	E.W.	$\lg \varepsilon(X)$	E.W.	$\lg \varepsilon(X)$
Ce 2	4523.075	0.080	6.9	-10.928	3.0	-11.490			6.2	-12.945
Ce 2	4539.745	-0.459	15.6	-10.146:	4.9	-10.923:			6.7	-12.596:
Ce 2	4562.359	0.310	10.0	-11.017	3.6	-11.678			8.0	-13.102
Ce 2	4628.161	0.220	6.6	-11.105	3.3	-11.595	1.0	-12.151	6.2	-13.093
Ce 2	4773.941	0.270	2.7	-11.189:						
Nd 2	4022.976	-0.301	12.7	-10.754	5.3	-11.394			10.8	-12.890
Nd 2	4061.080	0.347	32.5	-10.494	13.5	-11.288	2.9	-12.061	24.9	-12.757
Nd 2	4232.374	-0.339			4.9	-11.564			7.8	-13.207:
Nd 2	4358.161	-0.209	17.3	-10.590	11.5	-11.009			11.3	-12.857
Nd 2	4368.631	-0.910	8.6	-10.524	4.0	-11.103			6.3	-12.750
Nd 2	4462.979	-0.047	13.2	-10.689					9.9	-12.804
Nd 2	4706.543	-0.775	9.3	-10.718	3.6	-11.391			6.6	-12.979
Nd 2	4811.342	-1.015	4.3	-10.797					6.8	-12.656
Nd 2	4989.950	-0.624			2.3	-11.106:			5.0	-12.516:
Sm 2	3661.352	-0.427	41.5	-9.968:	27.8	-10.608:	5.0	-11.616	15.9	-12.917
Sm 2	3993.309	-0.894	3.7	-11.151					5.7	-13.007
Sm 2	4042.897	-0.735	10.1	-10.769:			2.5	-11.631	14.0	-12.653:
Sm 2	4519.630	-0.432	3.3	-11.232					3.4	-13.149
Sm 2	4523.909	-0.578							3.6	-13.108
Sm 2	4537.941	-0.230	4.3	-11.371	2.7	-11.749			4.3	-13.319
Sm 2	4642.228	-0.523	4.1	-11.211					4.4	-13.155
Sm 2	4676.902	-0.861	2.6	-11.412	2.5	-11.637			4.3	-13.238
Eu 2	4129.725	0.173	37.6	-11.428	16.8	-12.249	1.7	-13.396	56.7	-13.139
Gd 2	4085.558	-0.009	3.4	-11.283					5.7	-12.903
Gd 2	4130.366	-0.090	4.4	-11.083	8.2	-10.906			6.7	-12.754
Dy 2	3550.218	0.463	17.8	-11.165			2.7	-12.331	14.5	-13.229
Dy 2	4073.121	-0.380	11.6	-10.761					7.0	-12.904
Dy 2	4103.306	-0.390							17.3	-12.959