

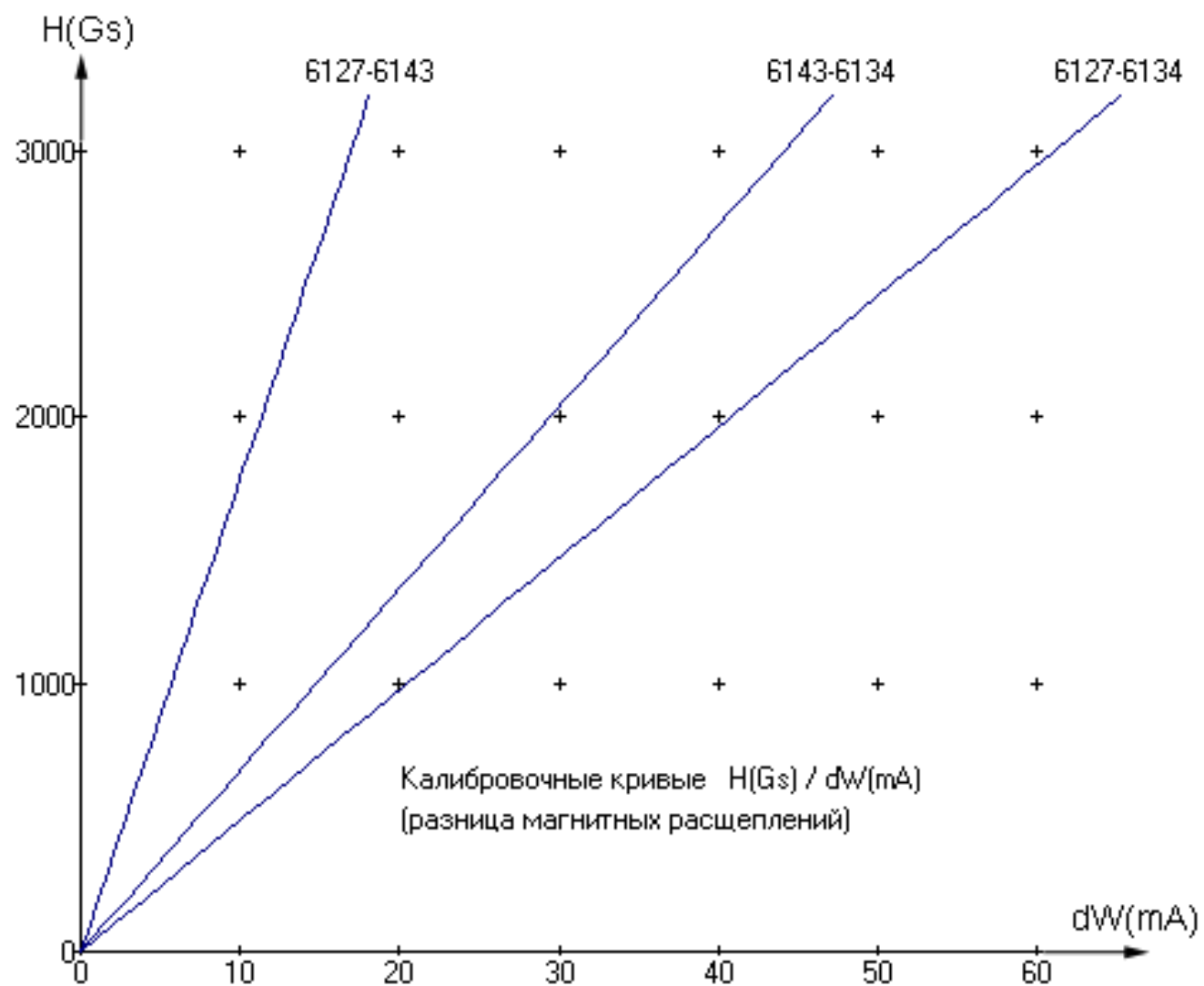
С.Г.Можаровский

ИДЕЯ ТОЧНОГО МАГНИТОГРАФА ДЛЯ ПЯТЕН

УАФО ДВО РАН, Россия, Уссурийск, 692533, sw@newmail.ru

- Идея работы проста – если взять спектральные линии, параметры которых ничем не отличаются кроме фактора Ланде, то ширины этих профилей будут отличаться ровно на величину разности магнитных расщеплений. Результаты измерений поля должны оказаться точными, а связь «разность ширин» - «напряженность» линейной.
- В работе показано, что данную идею можно применить на практике и построить точный магнитограф для пятен используя линии мультиплета №2 циркония. Однако, для достижения точных измерений необходимо добиться минимальной ошибки при определении уровня непрерывного спектра для каждого профиля.

Калибровочные кривые идеального магнитографа :



Имея фотоэлектрические профили не проще ли их сравнивать с рассчитанными?

Преимущество метода перед простым сравнением профилей с теоретически рассчитанными:

- Нет необходимости учитывать влияние разнообразных параметров фотосферы на вид профиля. Т.е., профили будут меняться с изменением условий в пятне, а разницы их ширин — не будут меняться.

Параметры линий Zr I, mult. №2

ЛИНИЯ	длина волны, А	переход J - J	E_{Low} , eV	G_{Low} (theor)	G_{High} (theor)	W, mA	D_0 , %	lg(gf) (G-K)	lg(gf) (calc)
ZR6127	6127.475	4 - 4	0.15	1.250	1.250	2.00	1.8	-1.06	-1.18
ZR6143	6143.183	3 - 3	0.07	1.083	1.083	1.70	1.6	-1.20	-1.24
ZR6134	6134.570	2 - 2	0.00	0.667	0.667	1.97	1.6	-1.24	-1.28

На чем проверялась идея

- Численный расчет профилей Стокса для заданной модели фотосферы
- Анализ материалов фотографических наблюдений и фотометрии для крупного пятна

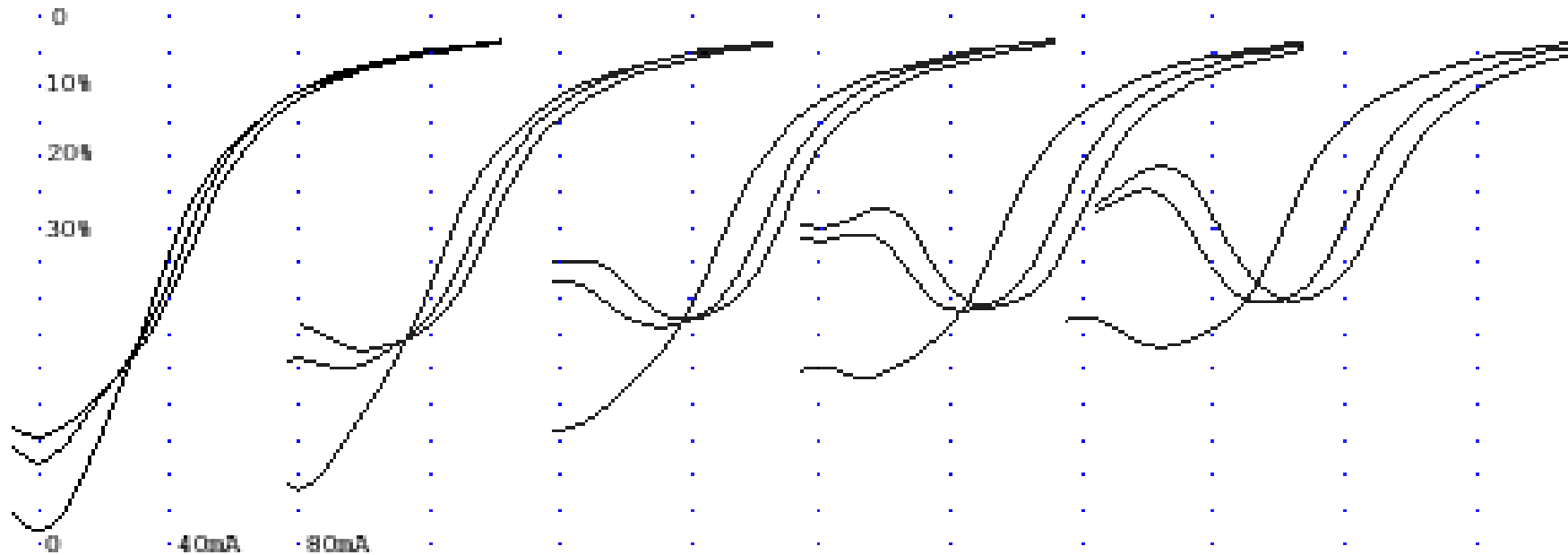
Параметры расчетов

- модель фотосферы Stelmacher-Wiehr 1975, далее SW75
- косинус гелиоцентрического угла = 1.0
- поправка к затуханию Ван дер Ваальса = 2.0
- микротурбулентные скорости = 0.0 км/с
- угол наклона поля к лучу зрения GM = 15⁰, 30⁰
- напряженность поля 2900, 3200 Gs

- учет аномальной дисперсии
- перерасчет газового и электронного давлений при вариациях температуры фотосферной модели

Зависимость профилей от Н

Н от 1000 до 3000 с шагом 500 Gs



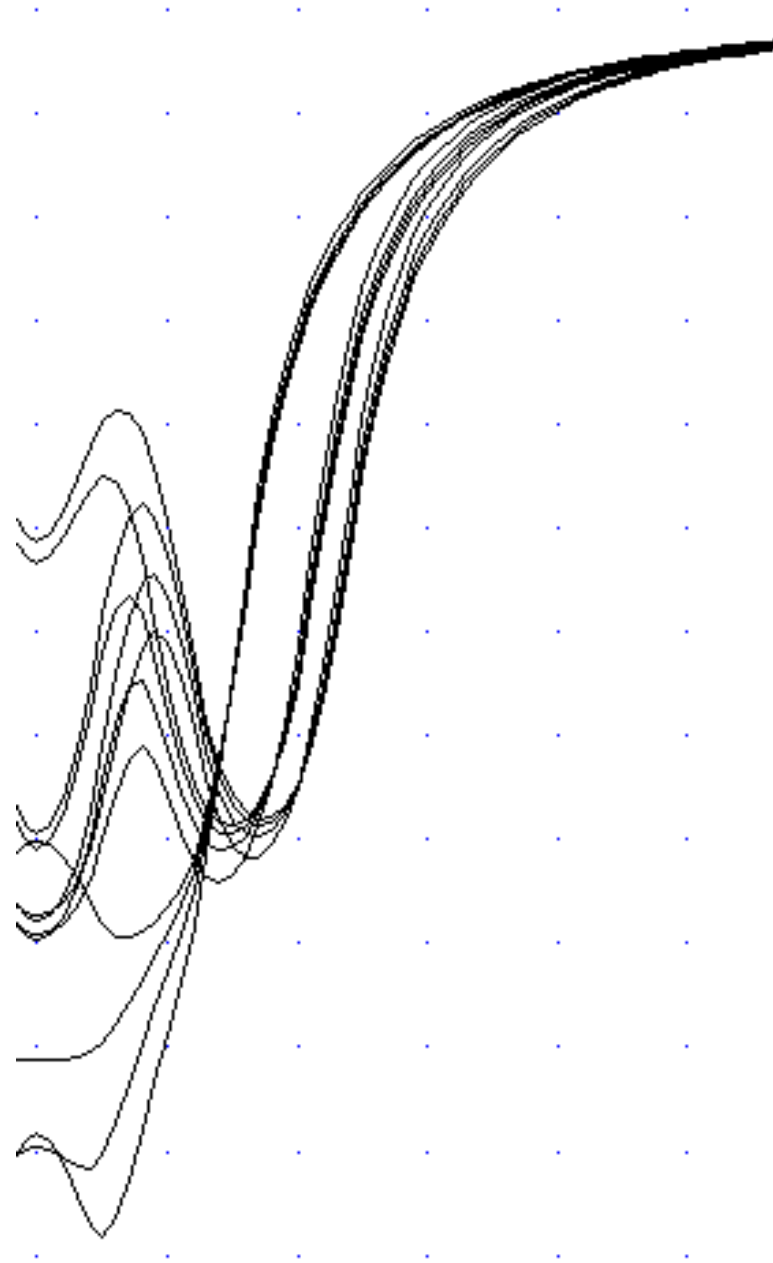
заметно линейное возрастание dW от Н, что соответствует предложенной идее

Сохранение пропорций

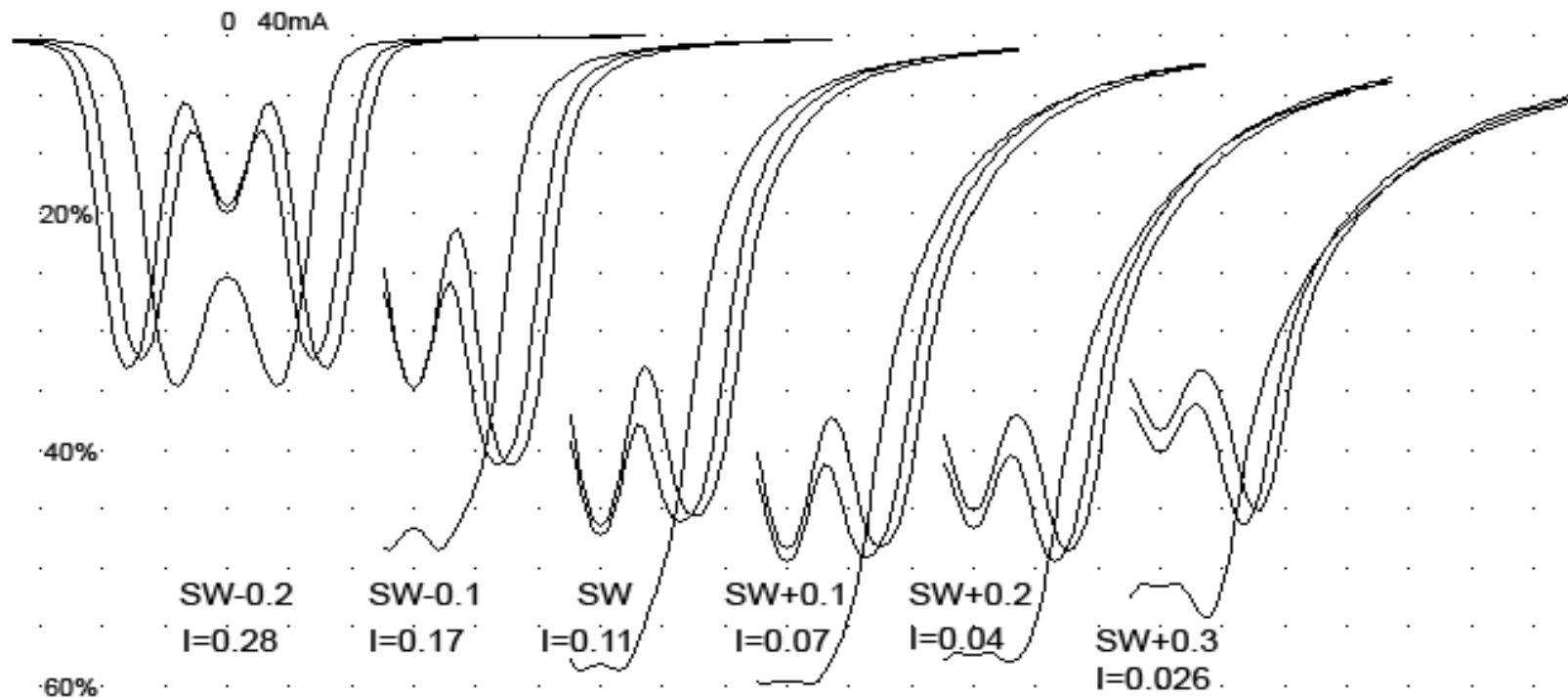
$$W_{6127} / W_{6143} / W_{6134}$$

при изменении
GM от 15° до 75°

H=3200Gs

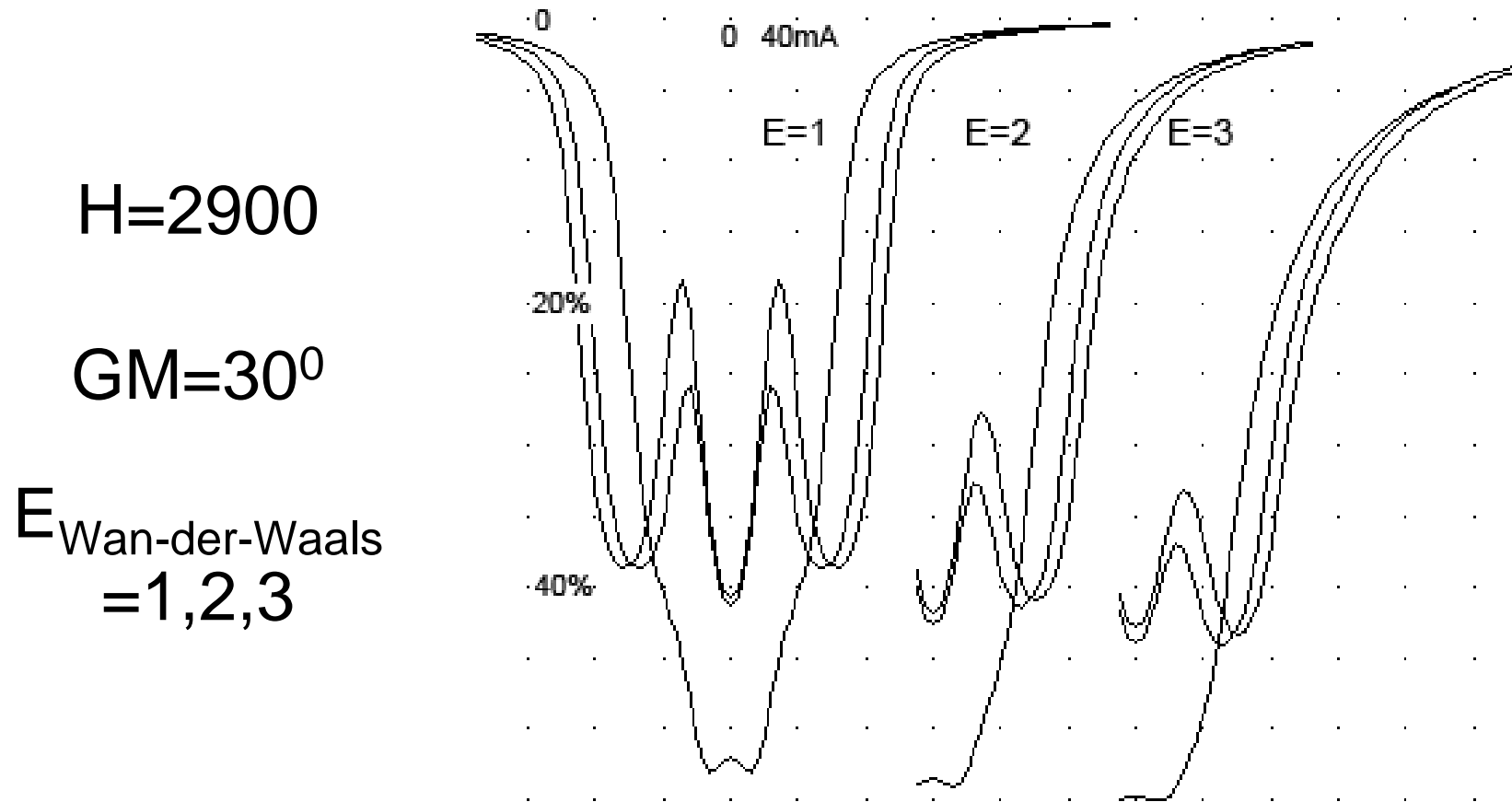


Зависимость от температуры модели

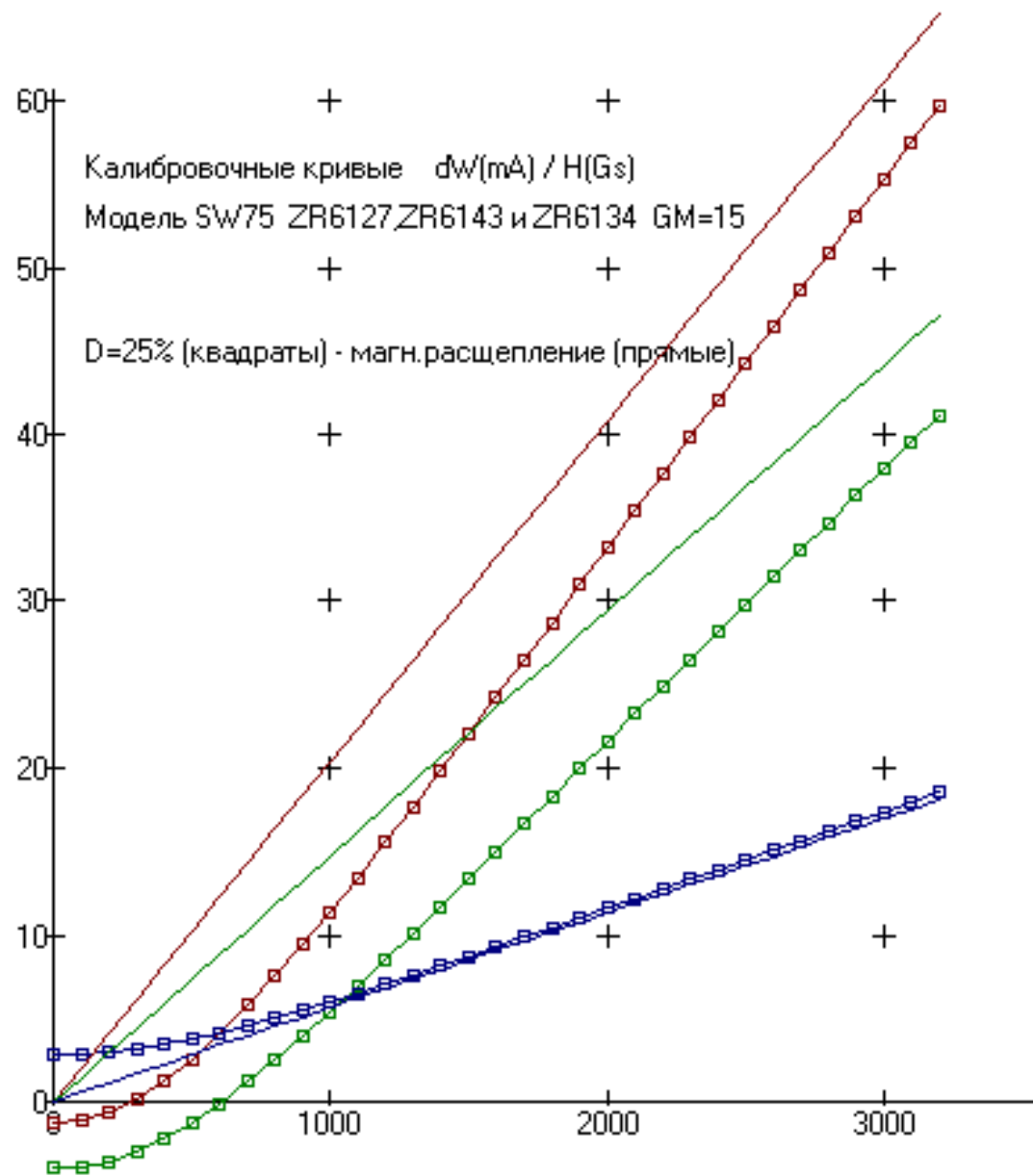


Рост лоренцевской составляющей в профиле Фойгта в тени определяет оптимальную величину глубины линии $d = 0.5-0.8 * d_{\max(6127)}$ где надо сравнивать ширину линий

Зависимость от поправки к параметру затухания $E_{\text{Wan-der-Waals}}$

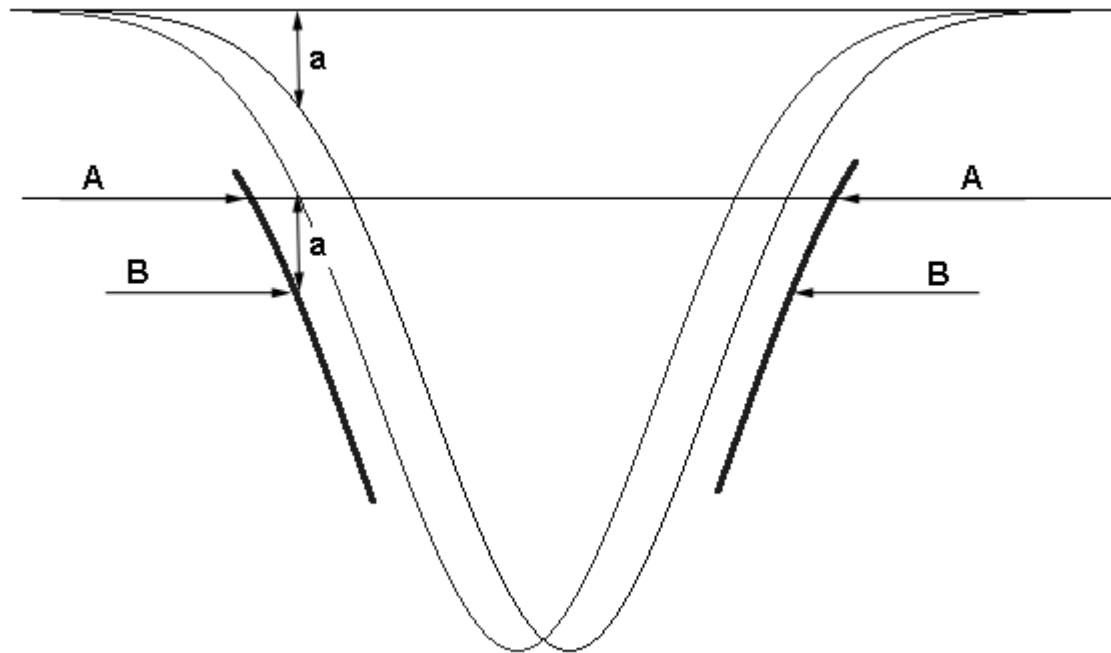


"обратная"
калибровочная
кривая для
пар линий
6127-6134,
6143-6134,
6127-6143
полученная из
ширин для
 $D = 25\%$
($D = 0.6 d_{\max(6127)}$)



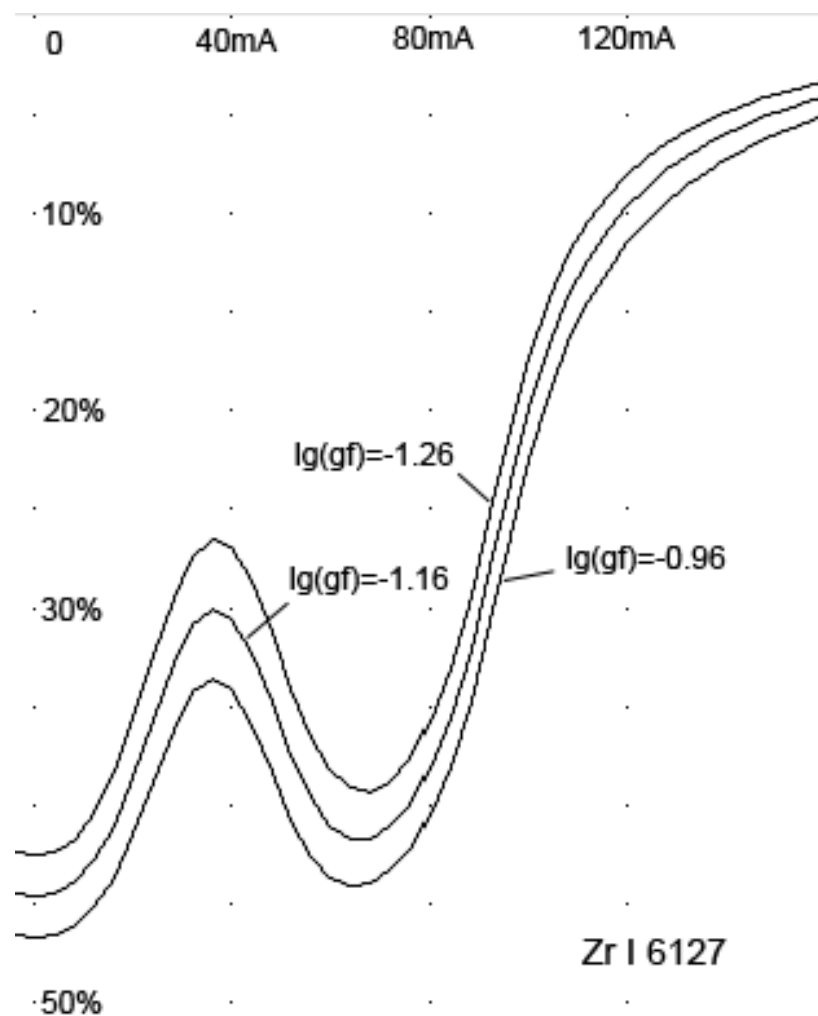
Объяснение причины отклонения КК от теоретического значения

Профиль расщепленной линии образуется как наложение трех отдельных профилей для сигма- и пи- компонент. Для линии 6134 наблюдается частичное перекрытие компонент. В результате левое крыло становится глубже за счет наложения правой компоненты и та же ширина линии относится к точке более глубокой, чем в профиле 6127 или 6143.

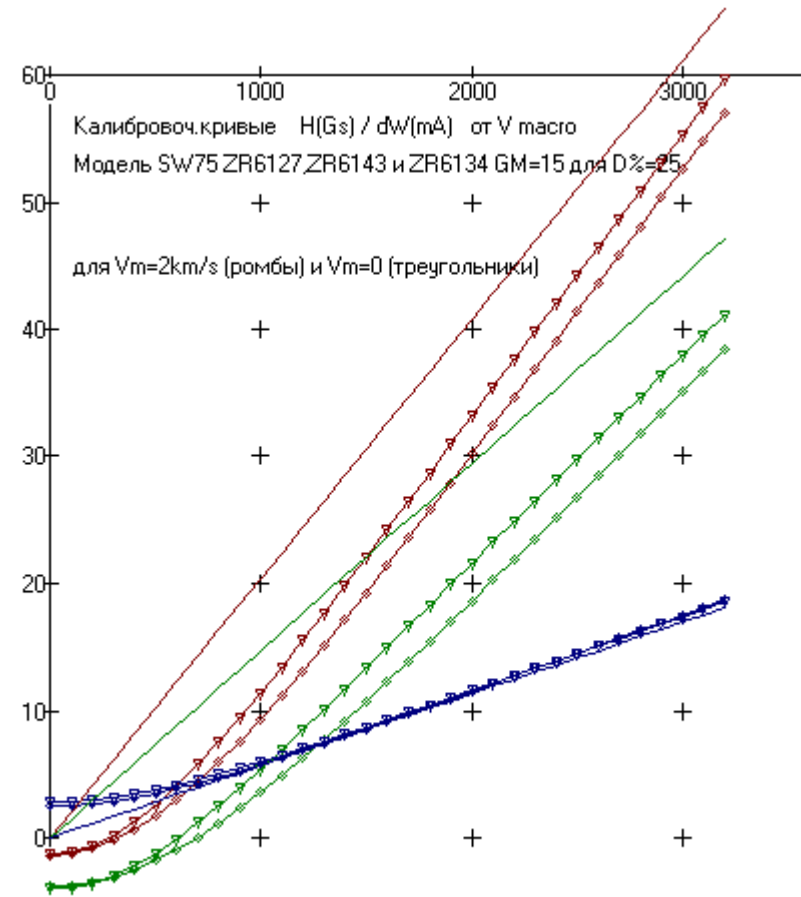
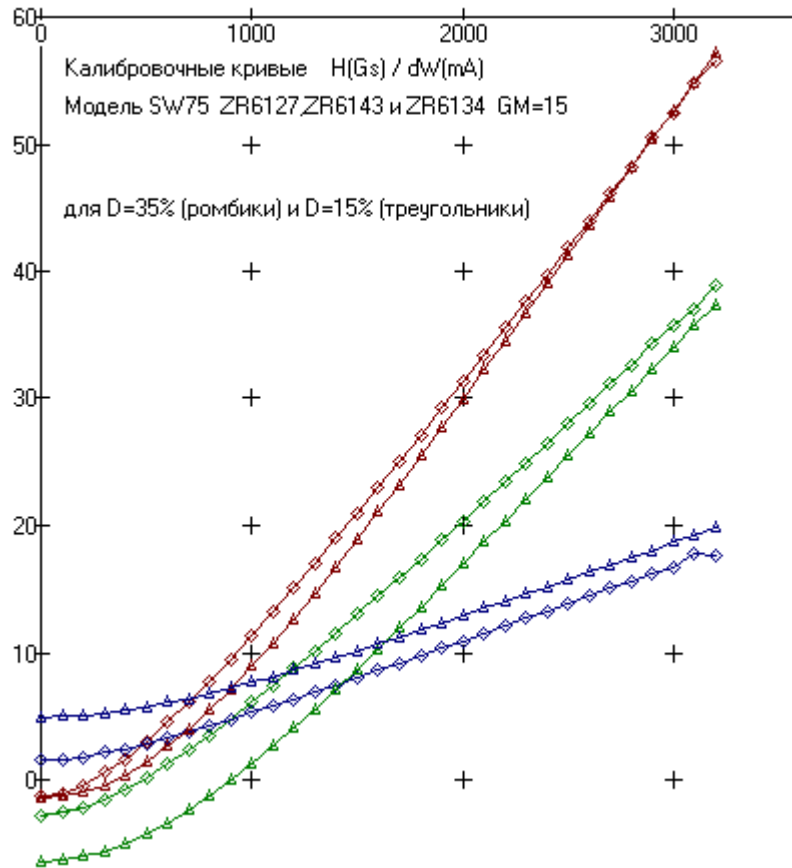


Дополнительные возможные искажения ширин

крыло смещается
на 3mA при
изменении $\lg(gf)$
на 0.10



Сохранение линейности КК при разных условиях измерений



Параметры наблюдений и фотометрии

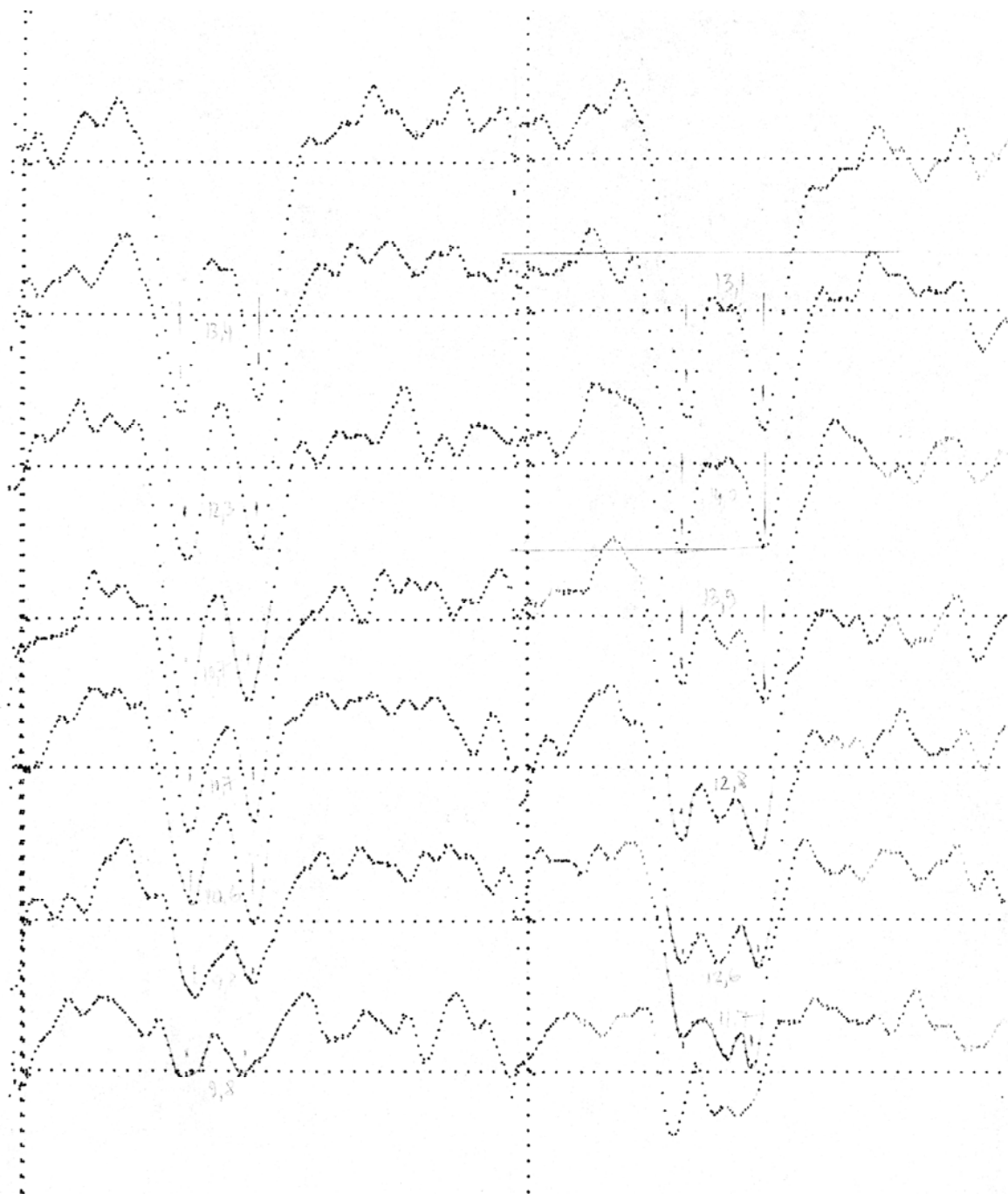
- время наблюдений 13.05.1985г UT 22h
- пятно №26 согласно СД, площадь 425м.д.п.,
- поле S полярности, $H = 3200Gs$ по набл. в линии Fe I 6302 A
- телескоп АЦУ-5 со спектрографом АСП-20, IV порядок
- решетка 600 штрихов/мм, $R_{теор} = 360000$, $R_{практ} = 250000$
- щель 0.040мм, ширина INSTR.профиля 25mA
- обратная дисперсия 2.5 мм/А,
- масштаб изображения Солнца на щели 11.7"/мм
- серия 6 спектров в диапазоне 6064-6173 AA
- экспозиция 1с, пленка Тип-17, без анализаторов поляризации
- фотометрия проведена на АМД-1 в СиБИСМИР в 1986г
- для ф/м использован 3 лучших спектрограммы
- результаты сохр. в виде нормир.графиков профилей линий

Пример набора графиков для одной линии и одной спектрограммы.

Линия ZR6127.

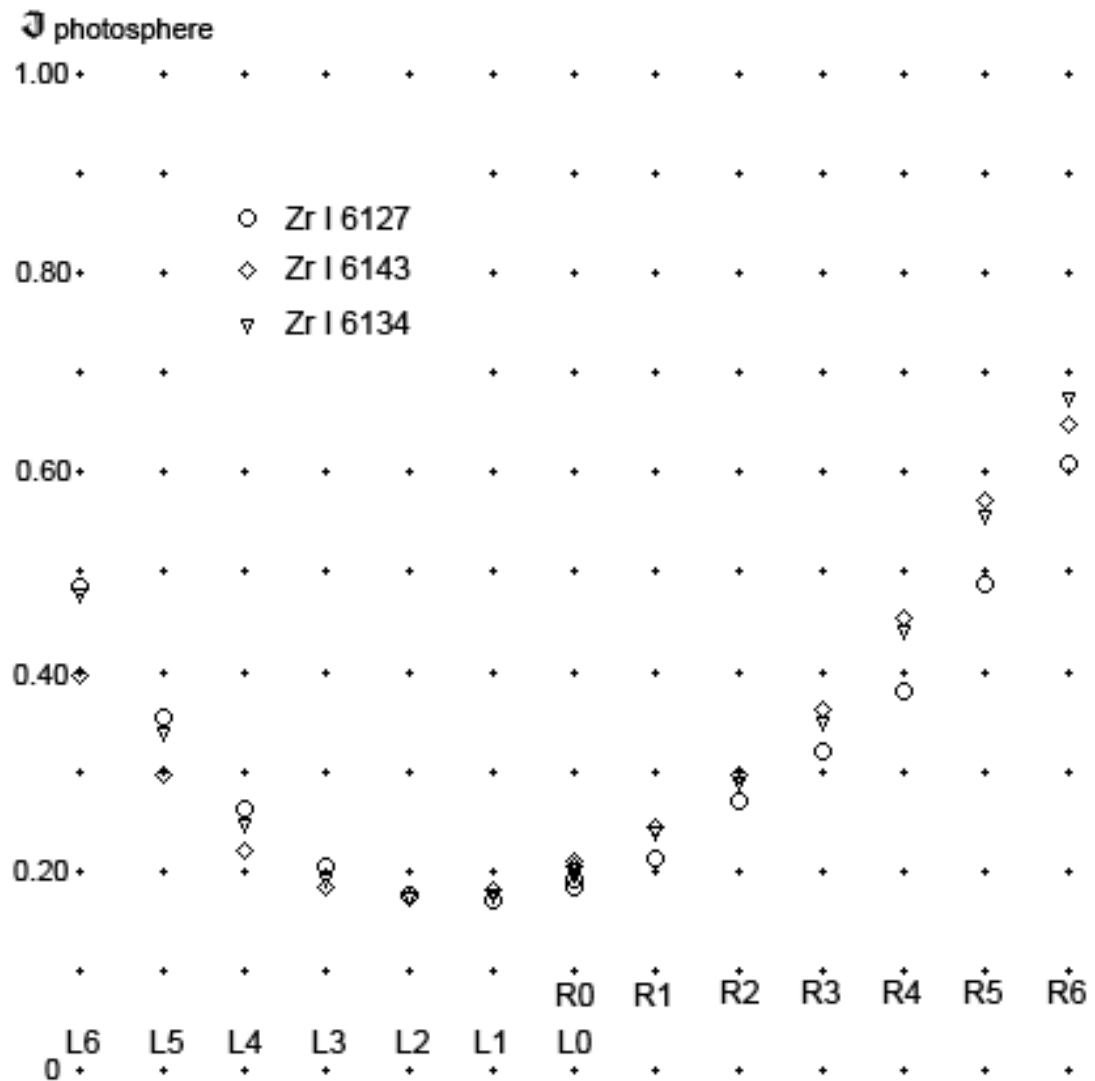
Верхние разрезы соответствуют центру пятна, последующие получены с шагом 2" в сторону обеих полутеней.

Шаг сетки осей соответствует 0.05мм или 20mÅ по длине волны и 1% в шкале остаточных интенсивностей.



Уровни непрерывного спектра ф/м разрезов для 3-х линий для спектрограммы №2

Разрезы R0 и L0 относятся к одной и той же точке в пятне.



Замечание относительно уровней континуума разрезов.

- Интенсивность континуума модели SW75 составляет 11% интенсивности непрерывного спектра спокойной ф/с (в модели HOLMU74), а измеренная интенсивность в центре пятна составляет 18-20%. Очевидно, разность вызвана светом, рассеянным в телескопе, спектрографе и фотоэмульсии.
- Если сравнить рассчитанные глубины для линии ZR6127 и наблюдаемые – это 40% и 16-20% соответственно, то можно сделать вывод, что рассеянный свет превышает свет из центра тени в 2-2.5 раза. Это приводит к контрасту тени 7-10%, вместо полученных для SW75 11%.
- При фотометрии не применялось никаких специальных мер для точного определения непрерывного спектра. Просто на фотометрируемом разрезе программа выбирала наиболее темный участок и принимала его за уровень 105%. Как видно при внимательном рассмотрении примера графиков, средний разброс в определении непрерывного спектра можно оценить в 2-3%.

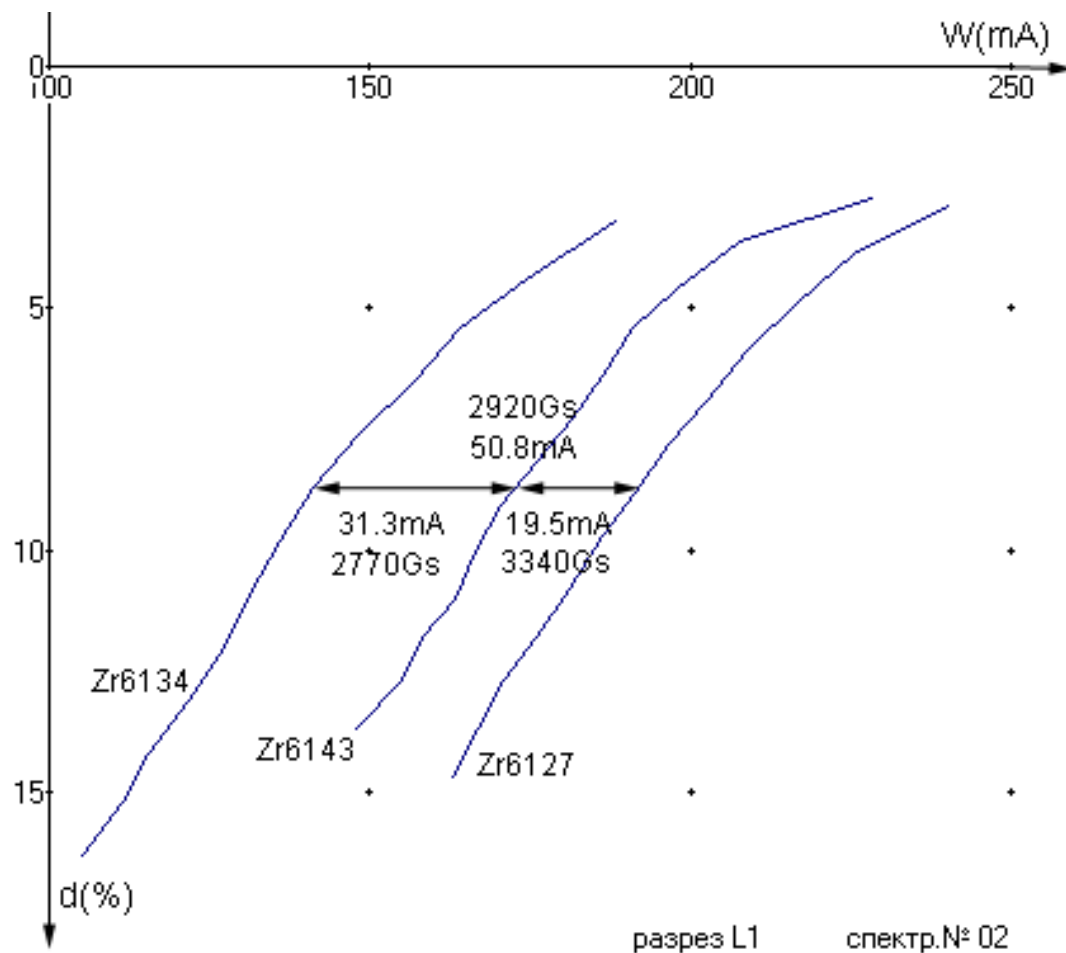
Методика измерения ширин профилей

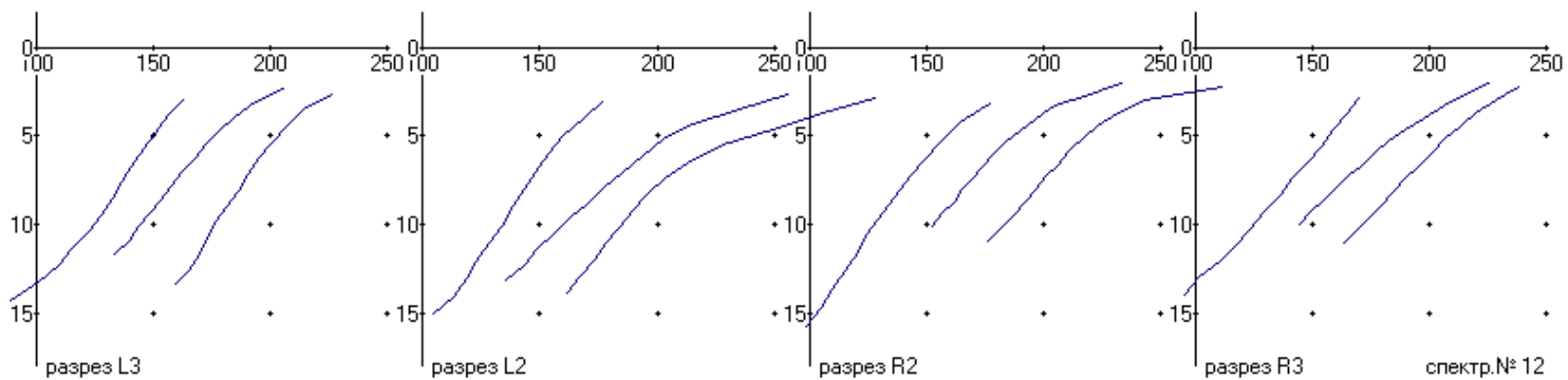
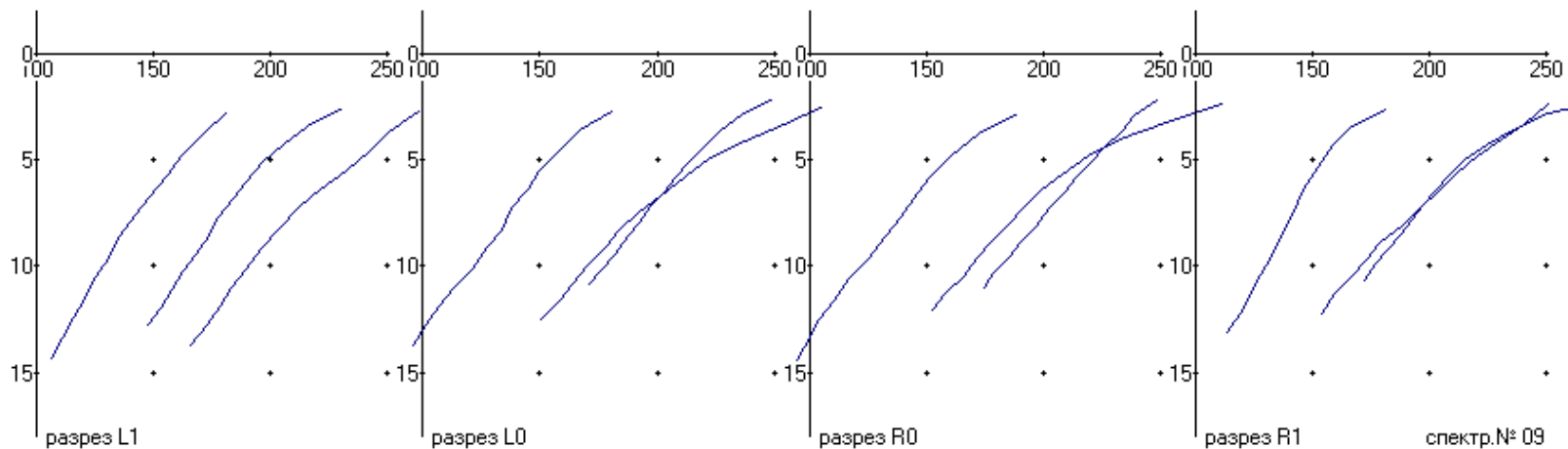
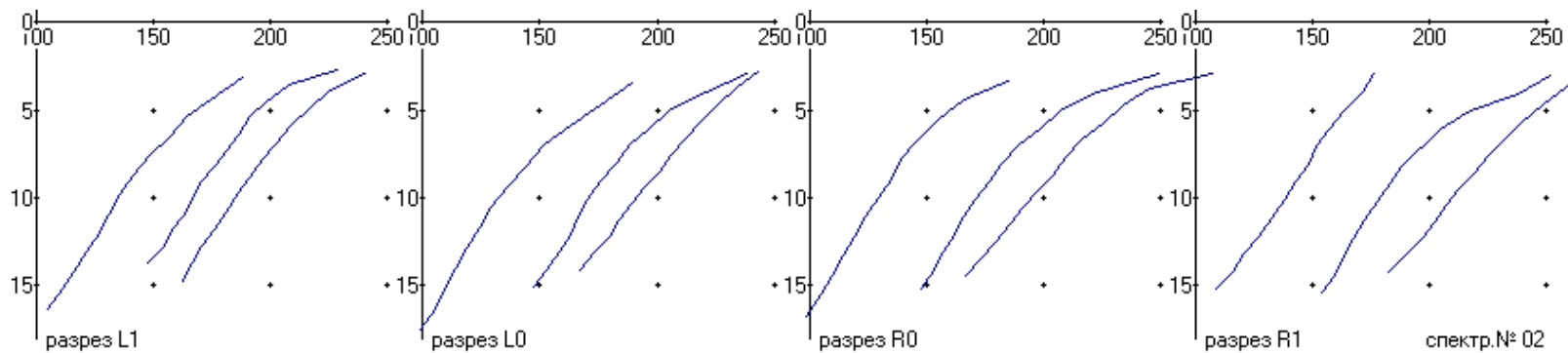
- Как видно из примера профилей, графики не совсем симметричны и подвержены случайным ошибкам. Поэтому картинка графика копировалась, зеркально отражалась и накладывалась на исходную. Таким образом на фиксированных уровнях остаточных интенсивностей определялась ширина линии и положение бисектора.
- Полученные ширины ZR6127, ZR6143 и ZR6134 накладывались на один график и на нем измерялась разность ширин.

Пример определения поля по разрезу L1 спектрограммы №02

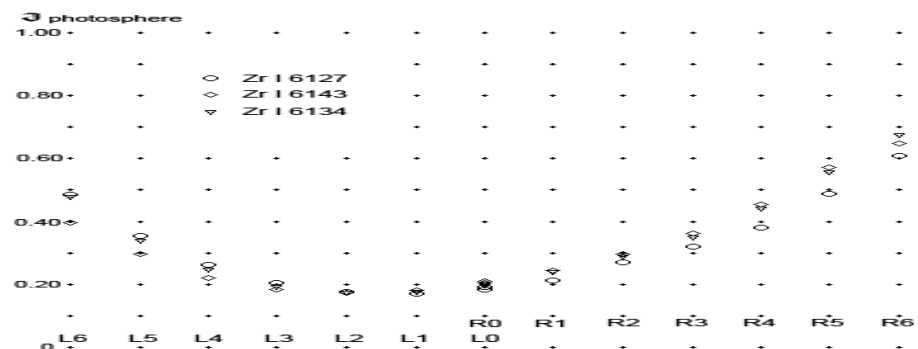
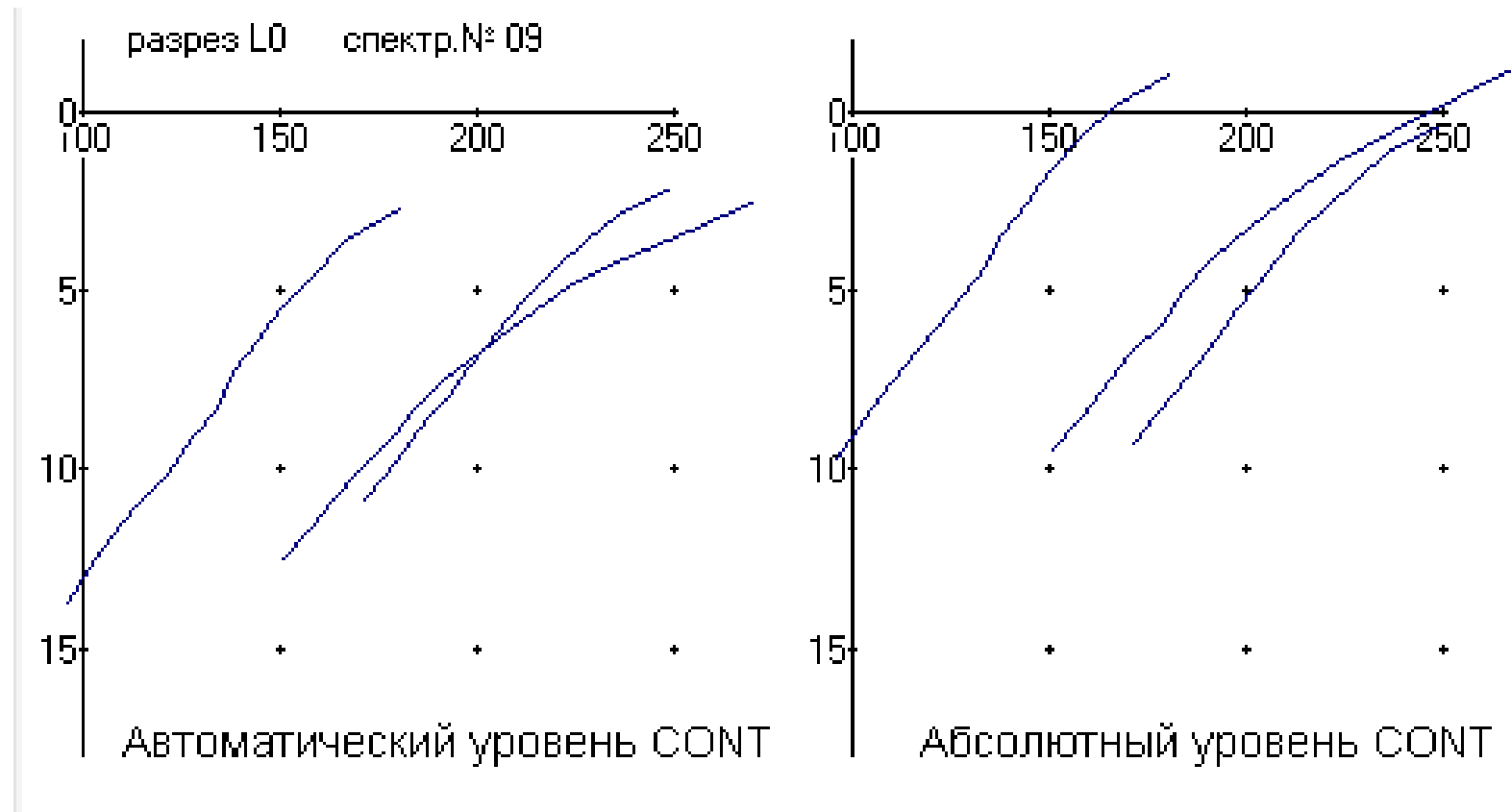
ВЫВОДЫ:

- Измерять напряженность поля можно.
- Точность измерения неудовлетворительна





Приведение уровня CONT к единому абсолютному значению



Обсуждение

- Уровень шумов при переходе от фотографических наблюдений к фотоэлектрическим может быть значительно уменьшен, например, за счет увеличения времени экспозиции.
- Для уточнения уровня континуума могут быть приняты специальные меры – выбраны опорные области спектра, измерения могут быть приведены в единую шкалу интенсивностей, для трех линий могут быть учтены индивидуальные отличия локального континуума.
- Была сделана оценка влияния смещения уровня континуума на измеряемый результат. Она оказалась равной
 - 220 Gs/% для пары линий 6127-6134
 - 300 Gs/% для 6143-6134 и
 - 850 Gs/% для пары 6127-6143Таким образом точность фотометрии должна составлять от 0.5-0.1 до 0.05-0.01% от уровня континуума линии для точности измерения поля в 100 и 10 Gs соответственно. Или в разрядах АЦП это от 8-10 до 12-14 бит.

Выводы

- Численными расчетами доказана возможность построения магнитографа для качественного измерения абсолютного значения поля в тенях пятен. Измерения разностей ширин профилей линий мультиплета №2 Zr свободны от влияния вариаций физических условий в пятнах, рассеянного света и инструментальной поляризации.
- Анализ фотографических наблюдений спектров показывает необходимость принятия специальных усилий для определения точного уровня непрерывного спектра при построении такого магнитографа.