

99, 1966, т. 7, № 1, с. 132-

- 138.

С. 246  
5-611  
ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P-2349



ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ  
ЛАБОРАТОРИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

С.И. Биленькая, П. Винтернитц, Ф. Легар, З. Яноут

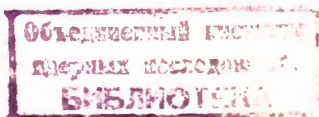
ТЕНЗОР ПОЛЯРИЗАЦИИ  
ПРИ РАССЕЯНИИ ПОЛЯРИЗОВАННЫХ НУКЛОНОВ  
НА ПОЛЯРИЗОВАННОЙ ПРОТОННОЙ МИШЕНИ

1965

С.И. Биленькая, П. Винтернитц, Ф. Легар, Э. Яноут

ТЕНЗОР ПОЛЯРИЗАЦИИ  
ПРИ РАССЕЯНИИ ПОЛЯРИЗОВАННЫХ НУКЛОНОВ  
НА ПОЛЯРИЗОВАННОЙ ПРОТОННОЙ МИШЕНИ

Направлено в журнал "Ядерная физика"



3715/2 up

## I. Введение

Наличие поляризованной протонной мишени (ППМ) дает возможность измерять компоненты тензора  $M_{ikq}$  <sup>х)</sup> /1/. Для проведения экспериментов по N-N -рассеянию, с помощью которых было бы возможно определить компоненты  $M_{ikq}$ , надо использовать одновременно поляризованный пучок частиц и ППМ в соответствующих спиновых состояниях. Измерение этих величин даст возможность различить до сих пор равноценные фазовые наборы, уточнить найденные фазовые сдвиги и восстановить более точно матрицу рассеяния системы двух нуклонов.

Чтобы провести планирование эксперимента для определения тех точек, где измерение наиболее эффективно, необходимо знать компоненты тензора  $M_{ikq}$ . Эти компоненты можно вычислить на основании имеющихся результатов фазового анализа. Вычислению компонент  $M_{ikq}$  посвящена настоящая работа.

## II. Тензор поляризации $M_{ikq}$

Введем три системы ортонормированных векторов

$$\vec{n} = \frac{\vec{k}_i \times \vec{k}_f}{|\vec{k}_i \times \vec{k}_f|}; \quad \vec{m} = \frac{\vec{k}_f - \vec{k}_i}{|\vec{k}_f - \vec{k}_i|}; \quad \vec{\ell} = \frac{\vec{k}_i + \vec{k}_f}{|\vec{k}_i + \vec{k}_f|} \quad (1a)$$

$$\vec{k}; \quad \vec{n}; \quad \vec{s} = \vec{n} \times \vec{k} \quad (1б)$$

$$\vec{k}'; \quad \vec{n}'; \quad \vec{s}' = \vec{n}' \times \vec{k}' \quad (1в)$$

---

<sup>х)</sup> Тензор поляризации при рассеянии поляризованных нуклонов на поляризованных нуклонах.

где  $\vec{k}_1, \vec{k}_f$  и  $\vec{k}, \vec{k}'$  — единичные векторы в направлении начального и конечного импульсов в с.п.и. и л.с. соответственно.

Запишем матрицу рассеяния в общей форме

$$M_T(\vec{k}_f, \vec{k}_1) = a_T + \beta_T (\vec{\sigma}_1 \vec{n} \times \vec{\sigma}_2 \vec{n}) + \gamma_T [(\vec{\sigma}_1 \vec{n}) + (\vec{\sigma}_2 \vec{n})] + \delta_T \{ \vec{\sigma}_1 \vec{m} \times (\vec{\sigma}_2 \vec{m}) \} + \epsilon_T (\vec{\sigma}_1 \vec{\ell}) (\vec{\sigma}_2 \vec{\ell}),$$

где  $T$  — значение изотопического спина системы нуклон-нуклон,  $a_T, \beta_T, \gamma_T, \delta_T, \epsilon_T$  — коэффициенты матрицы рассеяния и  $(\vec{k}_f, \vec{k}_1) = \cos \theta$

В работе /1,2/ приведены формулы для вычисления компонент тензора

$$M_{ikq} = \frac{\text{Sp} \sigma_{ik} M_T \sigma_{ik} \sigma_{2q} M_T^+}{4\sigma_0}$$

( $\sigma_0$  — дифференциальное сечение рассеяния неполяризованного пучка на неполяризованной мишени в с.п.и.) и указано, что из 27 компонент только 9 являются линейно независимыми от всех предыдущих экспериментов (сечение, поляризация и двухкомпонентные тензоры). Независимые компоненты  $M_{ikq}$  можно выразить с помощью коэффициентов матрицы рассеяния в системе  $\vec{n}, \vec{m}, \vec{\ell}$  следующими соотношениями:

$$\sigma_0 M_{n\ell\ell} = 2 \text{Re} \gamma_T^* (\epsilon_T - \delta_T)$$

$$\sigma_0 M_{\ell n\ell} = 2 \text{Re} \gamma_T^* (\epsilon_T + \delta_T)$$

$$\sigma_0 M_{\ell\ell n} = 2 \text{Re} \gamma_T^* (a_T - \beta_T)$$

$$\sigma_0 M_{n\ell m} = 2 \text{Im} (a_T^* \delta_T + \beta_T \epsilon_T^*)$$

$$\sigma_0 M_{\ell n m} = 2 \text{Im} (a_T \delta_T^* - \beta_T^* \epsilon_T) \quad (2)$$

$$\sigma_0 M_{m\ell n} = 2 \text{Im} (a_T \beta_T^* + \delta_T^* \epsilon_T)$$

$$\sigma_0 M_{\ell m n} = 2 \text{Im} (a_T^* \beta_T - \delta_T \epsilon_T^*)$$

$$\sigma_0 M_{nm\ell} = 2 \text{Im} (a_T \epsilon_T^* + \beta_T^* \delta_T)$$

$$\sigma_0 M_{m n \ell} = 2 \text{Im} (a_T^* \epsilon_T - \beta_T \delta_T^*)$$

$$\sigma_0 = |a_T|^2 + |\beta_T|^2 + 2|\gamma_T|^2 + |\delta_T|^2 + |\epsilon_T|^2$$

Для вычисления этих величин оказалось более удобным воспользоваться матрицей рассеяния в синглет-триплетном представлении <sup>3,4/</sup> (в дальнейшем опустим изотопический индекс T)

$$\begin{pmatrix} M_{11} & M_{10} e^{-i\phi} & M_{1-1} e^{-2i\phi} & 0 \\ M_{01} e^{i\phi} & M_{00} & M_{0-1} e^{-i\phi} & 0 \\ M_{-11} e^{2i\phi} & M_{-10} e^{i\phi} & M_{-1-1} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & M_{ss} \end{pmatrix} \quad (3)$$

$$M_{-11}(\theta, \phi) = M_{11}(\theta, -\phi) ; \quad M_{0-1}(\theta, \phi) = -M_{01}(\theta, -\phi)$$

$$M_{-1-1}(\theta, \phi) = M_{1-1}(\theta, -\phi) ; \quad M_{-10}(\theta, \phi) = -M_{10}(\theta, -\phi)$$

$$M_{1-1} = M_{11} - M_{00} - \sqrt{2} \cotg \theta (M_{10} + M_{01}).$$

Коэффициенты  $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon$  связаны с матричными элементами  $M_{ik}$  соотношениями

$$\alpha = \frac{1}{4} (2M_{11} + M_{00} + M_{ss})$$

$$\beta = \frac{1}{4} (-2M_{1-1} + M_{00} - M_{ss})$$

$$\gamma = \frac{i\sqrt{2}}{4} (M_{10} - M_{01}) \quad (4)$$

$$\delta = \frac{1}{4} [(M_{11} + M_{1-1} - M_{ss}) - \sec \theta (M_{11} - M_{1-1} - M_{00})]$$

$$\epsilon = \frac{1}{4} [(M_{11} + M_{1-1} - M_{ss}) + \sec \theta (M_{11} - M_{1-1} - M_{00})],$$

где  $\theta$  и  $\phi$  заданы в системе центра инерции. Компоненты тензора  $M_{ikq}$  можно выписать

$$\sigma_0 M_{hcl} = \frac{1}{2\sin\theta} (\text{Im } M_{04} \text{ Re } M_{20} - \text{Im } M_{10} \text{ Re } M_{04})$$

$$\sigma_0 M_{pnl} = \frac{\sqrt{2}}{4} [-\text{Im}(M_{10} - M_{04}) \text{Re}(M_{41} + M_{4-1} - M_{55}) + \text{Re}(M_{10} - M_{04}) \text{Im}(M_{41} + M_{4-1} - M_{55})]$$

$$\sigma_0 M_{elen} = \frac{\sqrt{2}}{4} [-\text{Im}(M_{10} - M_{04}) \text{Re}(M_{14} + M_{4-1} + M_{55}) + \text{Re}(M_{10} - M_{04}) \text{Im}(M_{14} + M_{4-1} + M_{55})]$$

$$\sigma_0 M_{nem} = \frac{1}{2} \left\{ \text{Re } M_{55} \text{Im}(M_{41} + M_{4-1}) - \text{Im } M_{55} \text{Re}(M_{41} + M_{4-1}) - \frac{1}{\cos\theta} [\text{Re } M_{00} \text{Im}(M_{41} - M_{4-1}) + \text{Im } M_{00} \text{Re}(M_{41} - M_{4-1})] \right\}$$

$$\sigma_0 M_{enm} = \frac{1}{4} \left\{ -\text{Im } M_{00} \text{Re}(M_{55} - M_{4-1} - M_{41}) + \text{Re } M_{00} \text{Im}(M_{55} - M_{4-1} - M_{41}) - \text{Re } M_{55} \text{Im}(M_{41} - M_{4-1}) + \text{Im } M_{55} \text{Re}(M_{41} - M_{4-1}) + 2 \text{Im } M_{44} \text{Re } M_{4-1} - 2 \text{Re } M_{44} \text{Im } M_{4-1} + \frac{1}{\cos\theta} [\text{Re } M_{55} \text{Im}(M_{41} - M_{4-1} - M_{00}) - \text{Im } M_{55} \text{Re}(M_{41} - M_{4-1} - M_{00}) + \text{Re } M_{00} \text{Im}(M_{41} + M_{4-1}) - \text{Im } M_{00} \text{Re}(M_{41} + M_{4-1}) + 2 \text{Im } M_{44} \text{Re } M_{4-1} - 2 \text{Re } M_{44} \text{Im } M_{4-1}] \right\}$$

$$\sigma_0 M_{meh} = \frac{1}{4} \left\{ \text{Im } M_{44} \text{Re}(-2M_{4-1} + M_{00} - M_{55}) - \text{Re } M_{44} \text{Im}(-2M_{4-1} + M_{00} - M_{55}) + \text{Im } M_{4-1} \text{Re}(M_{00} + M_{55}) - \text{Re } M_{4-1} \text{Im}(M_{00} + M_{55}) + \text{Im } M_{55} \text{Re } M_{00} - \text{Re } M_{55} \text{Im } M_{00} + \frac{1}{\cos\theta} [\text{Im } M_{44} \text{Re}(2M_{4-1} - M_{55}) - \text{Re } M_{44} \text{Im}(2M_{4-1} - M_{55}) + \text{Im } M_{00} \text{Re}(M_{55} - M_{4-1} - M_{41}) - \text{Re } M_{00} \text{Im}(M_{55} - M_{4-1} - M_{41}) - \text{Im } M_{55} \text{Re } M_{4-1} + \text{Re } M_{55} \text{Im } M_{4-1}] \right\}$$

$$\sigma_0 M_{emh} = \frac{1}{4} \left\{ -\text{Im } M_{44} \text{Re}(-2M_{4-1} + M_{00} - M_{55}) + \text{Re } M_{44} \text{Im}(-2M_{4-1} + M_{00} - M_{55}) - \text{Im } M_{4-1} \text{Re}(M_{00} + M_{55}) + \text{Re } M_{4-1} \text{Im}(M_{00} + M_{55}) - \text{Im } M_{55} \text{Re } M_{00} + \text{Re } M_{55} \text{Im } M_{00} + \frac{1}{\cos\theta} [\text{Im } M_{44} \text{Re}(2M_{4-1} - M_{55}) - \text{Re } M_{44} \text{Im}(2M_{4-1} - M_{55}) + \text{Im } M_{00} \text{Re}(M_{55} - M_{4-1} - M_{41}) - \text{Re } M_{00} \text{Im}(M_{55} - M_{4-1} - M_{41}) - \text{Im } M_{55} \text{Re } M_{4-1} + \text{Re } M_{55} \text{Im } M_{4-1}] \right\}$$

$$\sigma_0 M_{nme} = \frac{1}{2} \left\{ \text{Im } M_{55} \text{Re}(M_{41} + M_{4-1}) - \text{Re } M_{55} \text{Im}(M_{41} + M_{4-1}) + \frac{1}{\cos\theta} [\text{Re } M_{00} \text{Im}(M_{4-1} - M_{41}) + \text{Im } M_{00} \text{Re}(M_{41} - M_{4-1})] \right\}$$

$$\sigma_0 M_{mne} = \frac{1}{4} \left\{ \text{Re } M_{55} \text{Im}(M_{41} - M_{4-1}) + \text{Im } M_{55} \text{Re}(M_{4-1} - M_{41}) - \text{Im } M_{00} \text{Re}(M_{41} + M_{4-1} - M_{55}) + \text{Re } M_{00} \text{Im}(M_{41} + M_{4-1} - M_{55}) - 2 \text{Im } M_{44} \text{Re } M_{4-1} + 2 \text{Re } M_{44} \text{Im } M_{4-1} + \frac{1}{\cos\theta} [\text{Re } M_{00} \text{Im}(M_{41} + M_{4-1}) - \text{Im } M_{00} \text{Re}(M_{41} + M_{4-1}) - \text{Im } M_{55} \text{Re}(M_{41} - M_{4-1} - M_{00}) + \text{Re } M_{55} \text{Im}(M_{41} - M_{4-1} - M_{00}) + 2 \text{Im } M_{44} \text{Re } M_{4-1} - 2 \text{Re } M_{44} \text{Im } M_{4-1}] \right\}$$

Эти формулы удобны для расчетов на электронной счетной машине. Заметим, что тензор  $M_{ikq}$  вследствие принципа Паули при рассеянии идентичных частиц удовлетворяет соотношению

$$M_{ikq}(\vec{k}_i, \vec{k}_i) = M_{iak}(-\vec{k}_i, \vec{k}_i), \quad (6)$$

Отсюда получаем для компонент тензора

$$\begin{aligned} M_{nnl}(\pi - \theta) &= -M_{lmm}(\theta) \\ M_{mln}(\pi - \theta) &= -M_{lmm}(\theta) \\ M_{lnl}(\pi - \theta) &= M_{lln}(\theta) \\ M_{nll}(\pi - \theta) &= M_{nll}(\theta) \\ M_{nml}(\pi - \theta) &= -M_{nml}(\theta) \\ M_{nlm}(\pi - \theta) &= -M_{nlm}(\theta). \end{aligned} \quad (7)$$

Таким образом, достаточно в случае идентичных частиц определить величины  $M_{ikq}$  в пределах углов  $0 < \theta < \frac{\pi}{2}$ .

### III. Величины, непосредственно измеряемые на опыте

Компоненты тензора  $M_{ikq}$  в системе векторов  $\vec{n}, \vec{m}, \vec{\ell}$  (система центра инерции) полезны для теоретических обсуждений.

Для планирования и проведения эксперимента более удобны формулы для тензора  $M_{ikq}$  в лабораторной системе. Эти выражения определены в работе<sup>/2/</sup> следующим образом:

$$\begin{aligned} M_{nkk} &= M_{nll} \cos \theta - M_{nlm}^+ \sin \theta = -M_{nss} \\ M_{nks} &= M_{nll} \sin \theta + M_{nlm}^+ \cos \theta + M_{nlm}^- \\ M_{nsk} &= M_{nll} \sin \theta + M_{nlm}^+ \cos \theta - M_{nlm}^- \\ M_{k'kn} &= M_{lln} \cos(\theta - \theta_\Lambda) - M_{lms}^+ \sin \theta_\Lambda - M_{lms}^- \sin(\theta - \theta_\Lambda) \\ M_{k'sn} &= M_{lln} \sin(\theta - \theta_\Lambda) + M_{lms}^+ \cos \theta_\Lambda + M_{lms}^- \cos(\theta - \theta_\Lambda) \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned}
M_{k'nk} &= M_{\ell n \ell} \cos(\theta - \theta_{\Lambda}) - M_{\ell nm}^{+} \sin \theta_{\Lambda} - M_{\ell nm}^{-} \sin(\theta - \theta_{\Lambda}) \\
M_{k'ns} &= M_{\ell n \ell} \sin(\theta - \theta_{\Lambda}) + M_{\ell nm}^{+} \cos \theta_{\Lambda} + M_{\ell nm}^{-} \cos(\theta - \theta_{\Lambda}) \\
M_{s'kn} &= -M_{\ell n \ell} \sin(\theta - \theta_{\Lambda}) + M_{\ell mn}^{+} \cos \theta_{\Lambda} - M_{\ell mn}^{-} \cos(\theta - \theta_{\Lambda}) \\
M_{s'ns} &= M_{\ell n \ell} \cos(\theta - \theta_{\Lambda}) + M_{\ell mn}^{+} \sin \theta_{\Lambda} - M_{\ell mn}^{-} \sin(\theta - \theta_{\Lambda}) \\
M_{s'nk} &= -M_{\ell n \ell} \sin(\theta - \theta_{\Lambda}) + M_{\ell nm}^{+} \cos \theta_{\Lambda} - M_{\ell nm}^{-} \cos(\theta - \theta_{\Lambda}) \\
M_{s'ns} &= M_{\ell n \ell} \cos(\theta - \theta_{\Lambda}) + M_{\ell nm}^{+} \sin \theta_{\Lambda} - M_{\ell nm}^{-} \sin(\theta - \theta_{\Lambda}),
\end{aligned}$$

где

$$\begin{aligned}
M_{n\ell m}^{+} &= \frac{1}{2} (M_{n\ell m} + M_{nm\ell}) \\
M_{\ell nm}^{+} &= \frac{1}{2} (M_{\ell nm} + M_{mn\ell}) \\
M_{\ell mn}^{\pm} &= \frac{1}{2} (M_{\ell mn} \pm M_{m\ell n}),
\end{aligned}$$

$\theta_{\Lambda}$  - угол рассеяния в лабораторной системе с учетом релятивистских эффектов и  $\theta$  - угол рассеяния в системе центра инерции.

Первый индекс  $M_{ikq}$  относится к спиновому состоянию рассеянного пучка, второй - падающего пучка и третий - мишени.

Из соотношений (8) только девять являются независимыми. Между ними существуют еще 2 уравнения

$$\frac{M_{s'ns} - M_{k'nk}}{M_{s'kn} + M_{k'sn}} = \operatorname{tg} \theta_{\Lambda} \quad (9)$$

$$\frac{M_{s'ns} - M_{k'nk}}{M_{s'nk} + M_{k'ss}} = \operatorname{tg} \theta_{\Lambda}. \quad (10)$$

Для обработки экспериментальных данных полезно иметь формулы, связывающие компоненты исследуемых поляризационных тензоров с дифференциальным поперечным



сечением для рассеяния на анализаторе. Эти соотношения удобны для опытов с использованием искровых камер; формулы для асимметрии, необходимые для измерений со счетчиками, из них непосредственно следуют.

Здесь мы рассмотрим только четыре опыта, которые в настоящее время представляются наиболее осуществимыми, а именно те, в которых поляризация мишени направлена вдоль нормали  $\vec{n}$ . Начиная с наиболее простых опытов, имеем:

1) Измерение  $M_{s'_{nn}}$ . Направляя  $\vec{P}_1$  вдоль  $\vec{s}$  (и  $\vec{P}_2$  вдоль  $\vec{n}$ ), измеряем угловое распределение на анализаторе:

$$\sigma = \sigma_0 \left\{ 1 + \frac{P}{1 + P_0 P_2} [(P_0 + K_{nn} P_2) \cos \phi_2 - (R P_1 + M_{s'_{nn}} P_1 P_2) \sin \phi_2] \right\}. \quad (11)$$

Опыт аналогичен измерению параметра Вольфенштейна  $R$  [8] и формула (11) переходит в соответствующую формулу при  $P_2 = 0$ .

2) Измерение  $M_{s'_{kn}}$ . При  $\vec{P}_1 \parallel \vec{k}$  имеем

$$\sigma = \sigma_0 \left\{ 1 + \frac{P}{1 + P_0 P_2} [(P_0 + K_{nn} P_2) \cos \phi_2 - (A P_1 + M_{s'_{kn}} P_1 P_2) \sin \phi_2] \right\}. \quad (12)$$

При  $P_2 = 0$  это соответствует измерению  $A$ .

3) Измерение  $M_{k'_{sn}}$ . Опять направим  $\vec{P}_1$  вдоль  $\vec{s}$  и поместим между мишенью и анализатором магнитное поле, направленное вдоль  $\vec{n}$ , поворачивающее поляризацию рассеянной частицы на  $\pi/2$ . Тогда

$$\sigma = \sigma_0 \left\{ 1 + \frac{P}{1 + P_0 P_2} [(P_0 + K_{nn} P_2) \cos \phi_2 - (R' P_1 + M_{k'_{sn}} P_1 P_2) \sin \phi_2] \right\}. \quad (13)$$

При  $P_2 = 0$  опыт соответствует измерению  $R'$ .

4) Измерение  $M_{k'_{kn}}$ . Направим  $\vec{P}_1$  вдоль  $\vec{k}'$  и используем то же самое магнитное поле. Имеем

$$\sigma = \sigma_0 \left\{ 1 + \frac{P}{1 + P_0 P_2} [(P_0 + K_{nn} P_2) \cos \phi_2 - (A' P_1 + M_{k'_{kn}} P_1 P_2) \sin \phi_2] \right\}. \quad (14)$$

При  $P_2 = 0$  это соответствует измерению  $A'$ .

В формулах (11)–(14)  $R$ ,  $A$ ,  $R'$ ,  $A'$  – параметры тройного рассеяния Вольфенштейна,  $P_1$  и  $P_2$  – поляризации налетающего нуклона и мишени,  $P_0$  – поляризация, возникающая при рассеянии неполяризованных нуклонов на нуклонах,  $P$  – анализирующая способность анализатора,  $K_{nn}$  – компонента тензора передачи поляризации [1],  $\phi_2$  – угол между нормальными к плоскостям рассеяния на мишени и анализаторе.

Отметим, что эти формулы очень удобны для анализа экспериментальных результатов по методу максимума правдоподобия /8,7/.

При низких энергиях для чистого  $s$ -рассеяния все компоненты тензора  $M_{ikq}$  равны нулю для рассеяния тождественных частиц. Для  $p$ -рассеяния имеем:

$$M_{n\ell\ell} = M_{\ell n\ell} = M_{\ell\ell n} = 0$$

$$M_{n\ell m} = M_{\ell mn} = M_{m n\ell} = -M_{\ell nm} = -M_{nm\ell} = -M_{m\ell n}.$$

Из приведенных графиков видно, что уже при 23,1 Мэв существенный вклад вносят более высокие фазы.

Оптимальные углы для проведения соответствующих экспериментов естественно надо искать согласно правилам планирования эксперимента /14,15/. С помощью графиков, приведенных в настоящей работе, и ранее опубликованного материала /8-13/, можно выбрать угол, в котором предсказания на основе различных наборов можно различить при минимальной затрате времени на ускорителе.

#### IV . Полученные результаты

Для вычисления компонент тензора  $M_{ikq}$  были использованы матричные элементы матрицы рассеяния в синглет-триплетном представлении, полученные в работах Казаринова и др. /8-13/.

$M_{ikq}$  - были включены при энергиях 23,1; 40; 52; 95; 147; 210, 310; 400 и 630 Мэв. Ошибки определялись по ошибкам матричных элементов  $M_{ik}$  без учета корреляций между матричными элементами.

На рис. 1-9, 18-26, 35-43, 52-60, 69-77, 86-94, 103-111, 120-128, 137-145 показаны компоненты тензора  $M_{ikq}$  в системе  $\vec{n}$ ,  $\vec{m}$ ,  $\vec{\ell}$  для  $(p-p)$ -рассеяния при вышеуказанных значениях энергий, на рис. 10-13, 27-30, 44-47, 61-64, 78-81, 95-98, 112-115, 129-132, 146-156 - компоненты  $M_{k'kn}$ ,  $M_{k'sn}$ ,  $M_{s'kn}$ ,  $M_{s'sn}$  в лабораторной системе. На рис. 14-17, 31-34, 48-51, 65-68, 82-85, 99-102, 116-119, 133-136, 157-167 приведены те же компоненты в лабораторной системе для  $(n-p)$ -рассеяния. На рис. 168-176 показаны компоненты тензора  $M_{ikq}$  в с.ц.и. для  $(n-p)$ -рассеяния при энергии 630 Мэв. При всех энергиях, кроме 630 Мэв, оказывается, что измерение величины  $M_{k'kn}$ ,  $M_{k'sn}$ ,  $M_{s'kn}$ ,  $M_{s'sn}$ , как в  $p-p$ , так и в  $n-p$  рассеянии дает возможность различить разные наборы фазовых сдвигов.

При энергии 630 Мэв измерением этих величин для  $p-p$  рассеяния невозможно различить наборы фазовых сдвигов, так как они в пределах ошибок совпадают. Для

а-р -рассеяния кривые разных фазовых наборов сильно расходятся и поэтому очень полезно ставить соответствующие эксперименты.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность С.М.Биленькому, Ю.М.Казаринову, Л.И.Ланцусу, Р.М.Рындия и Я.А.Смородинскому за полезные обсуждения и ценные замечания и И.В.Высочиловой, С.Высочилу, Л.Ф.Грачевой и Н.В.Волчковой за помощь в работе .

#### Л и т е р а т у р а

1. Л.Д.Пузиков, Р.М.Рындия, Я.А. Смородинский. ЖЭТФ, 32, 592 (1957).
2. С.М.Биленький, Л.И.Ланцус, Р.М.Рындия. Препринт ОИЯИ Р-2227, Дубна, 1965.
3. M.Goldberger, Y.Nambu, R.Oehme. Ann. of Phys., 2, 226 (1957).
4. H.P.Stapp. Preprint UCRL 3098 (1955).
5. L.Wolfenstein. Phys. Rev., 96, 1654 (1954).
6. И.Быстрицкий, Ф.Легар. Препринт ОИЯИ 2028, Дубна, 1965.
7. Н.П.Клепиков, С.Н.Соколов. Анализ и планирование экспериментов методом максимума правдоподобия, Москва, "Наука", 1964.
8. Ю.М.Казаринов, И.Н.Силин. ЖЭТФ, 43, 692, 1385 (1962).
9. Ю.М.Казаринов, В.С.Киселев, И.Н.Силин. ЖЭТФ, 45, 637 (1963).
10. Ю.М.Казаринов, В.С.Киселев, В.И.Сатаров. ЖЭТФ, 46, 920 (1964).
11. Ю.М.Казаринов, В.С.Киселев. ЖЭТФ, 46, 797 (1964).
12. Ю.М.Казаринов, В.С.Киселев, В.И.Сатаров. Препринт ОИЯИ Р-1553, Дубна, 1964.
13. Ю.М.Казаринов, В.С.Киселев, Ю.Н.Симонов. Препринт ОИЯИ Р-2170, Дубна, 1965.
14. Н.П.Клепиков, В.В.Федоров. ЯФ, 6, 1032 (1965).
15. Ф.Легар, В.В.Федоров. Препринт ОИЯИ Р-2332, Дубна, 1965 г.

Рукопись поступила в издательский отдел  
3 сентября 1965 г.

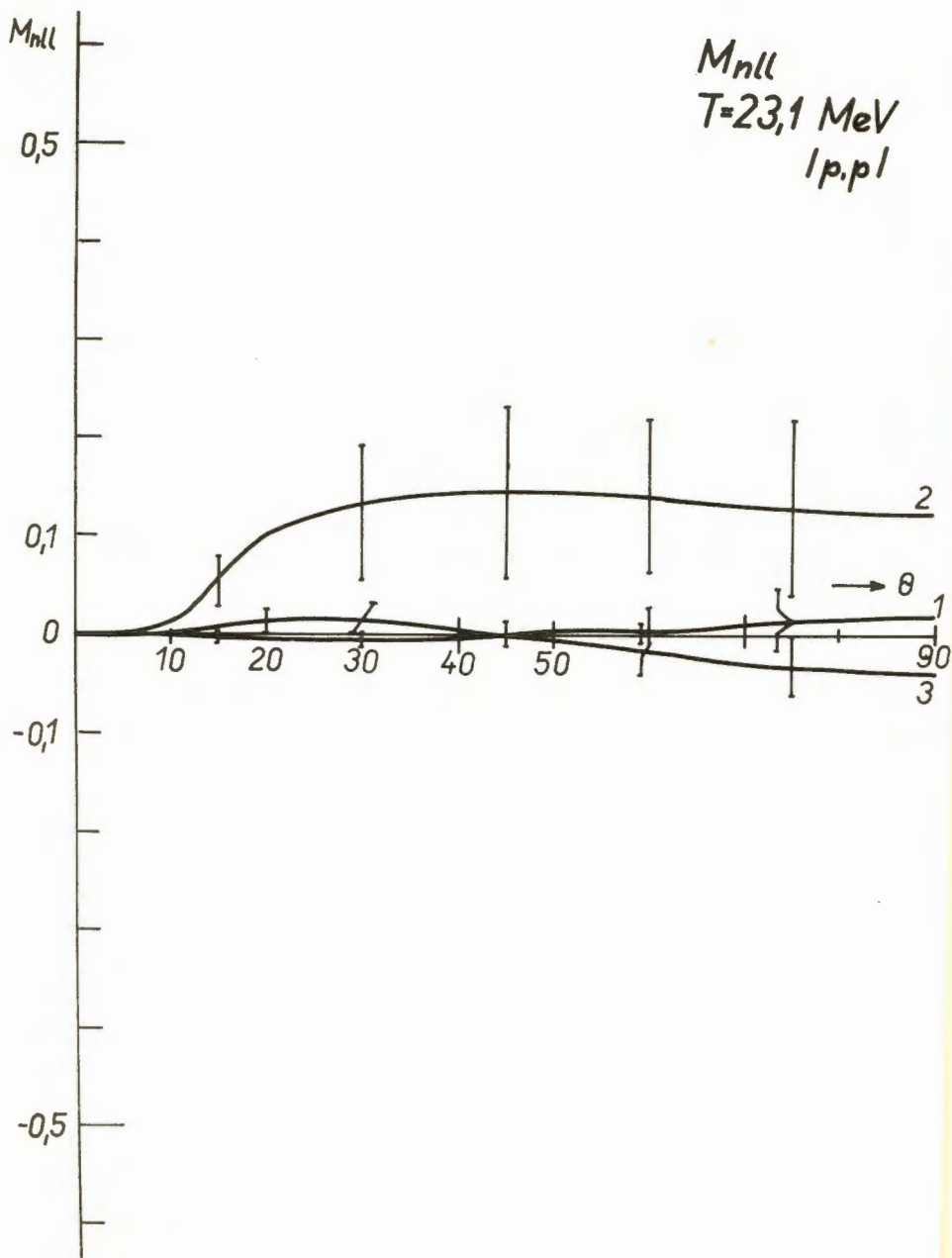


Рис. 1.

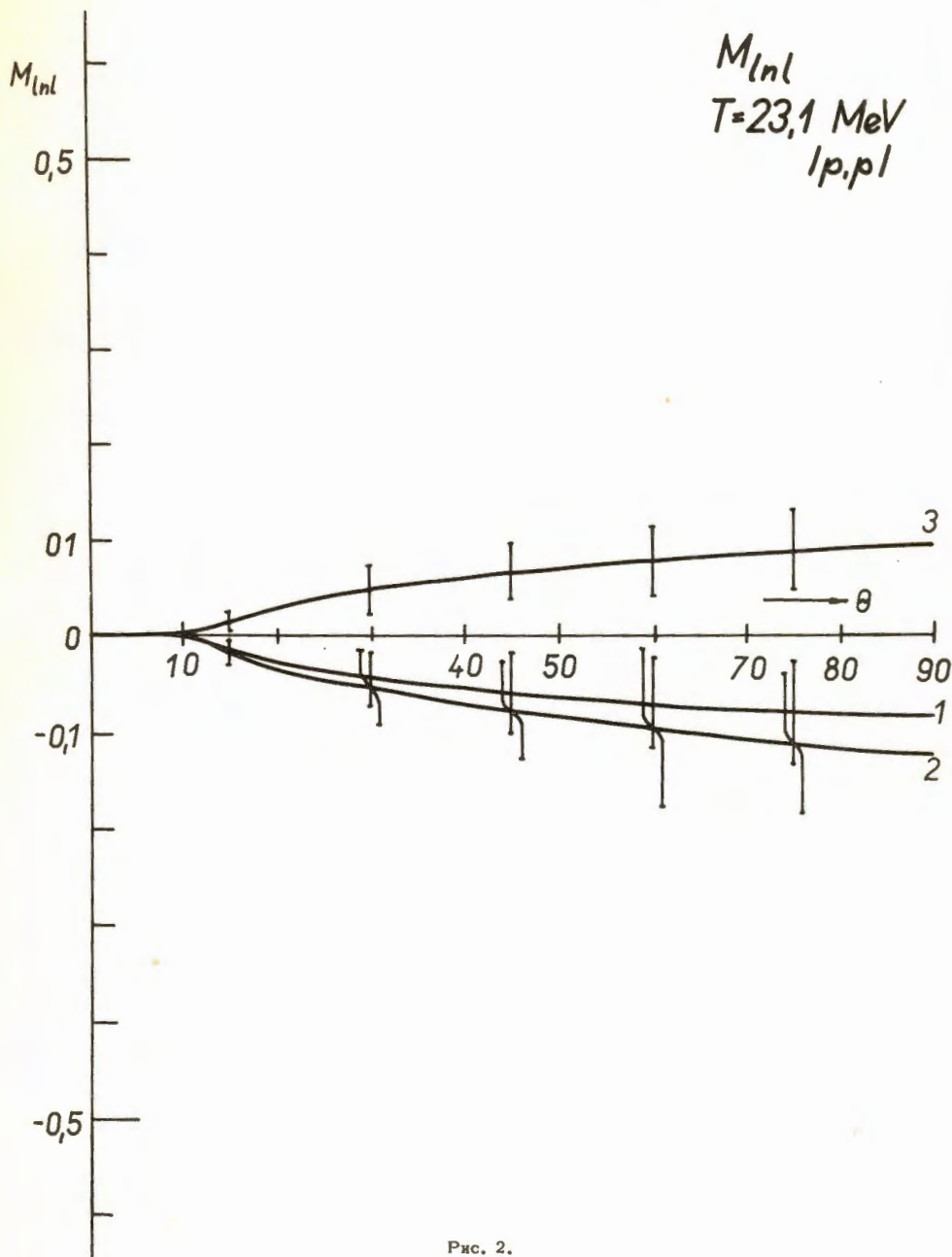


Рис. 2.

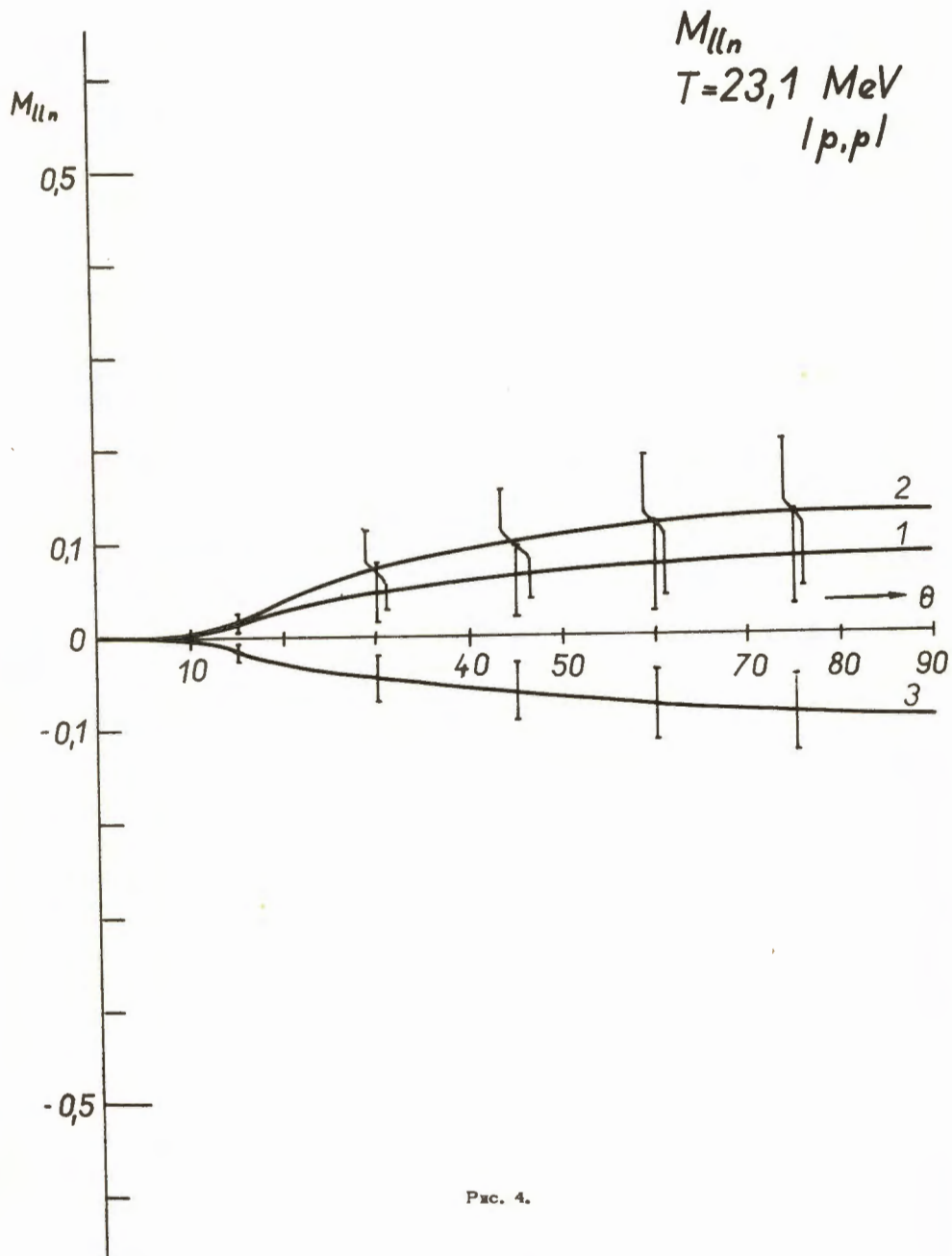


Рис. 4.

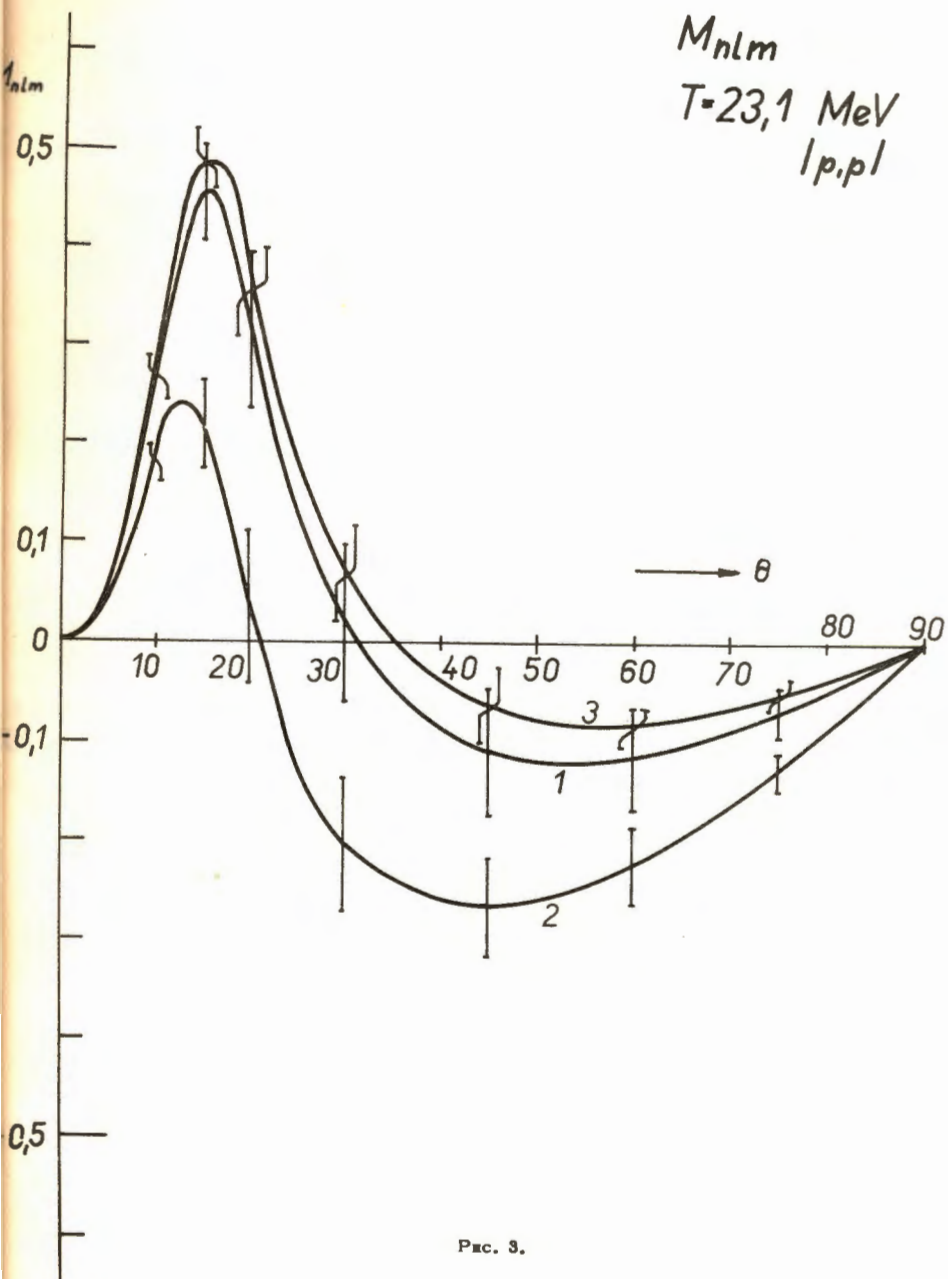


Рис. 3.

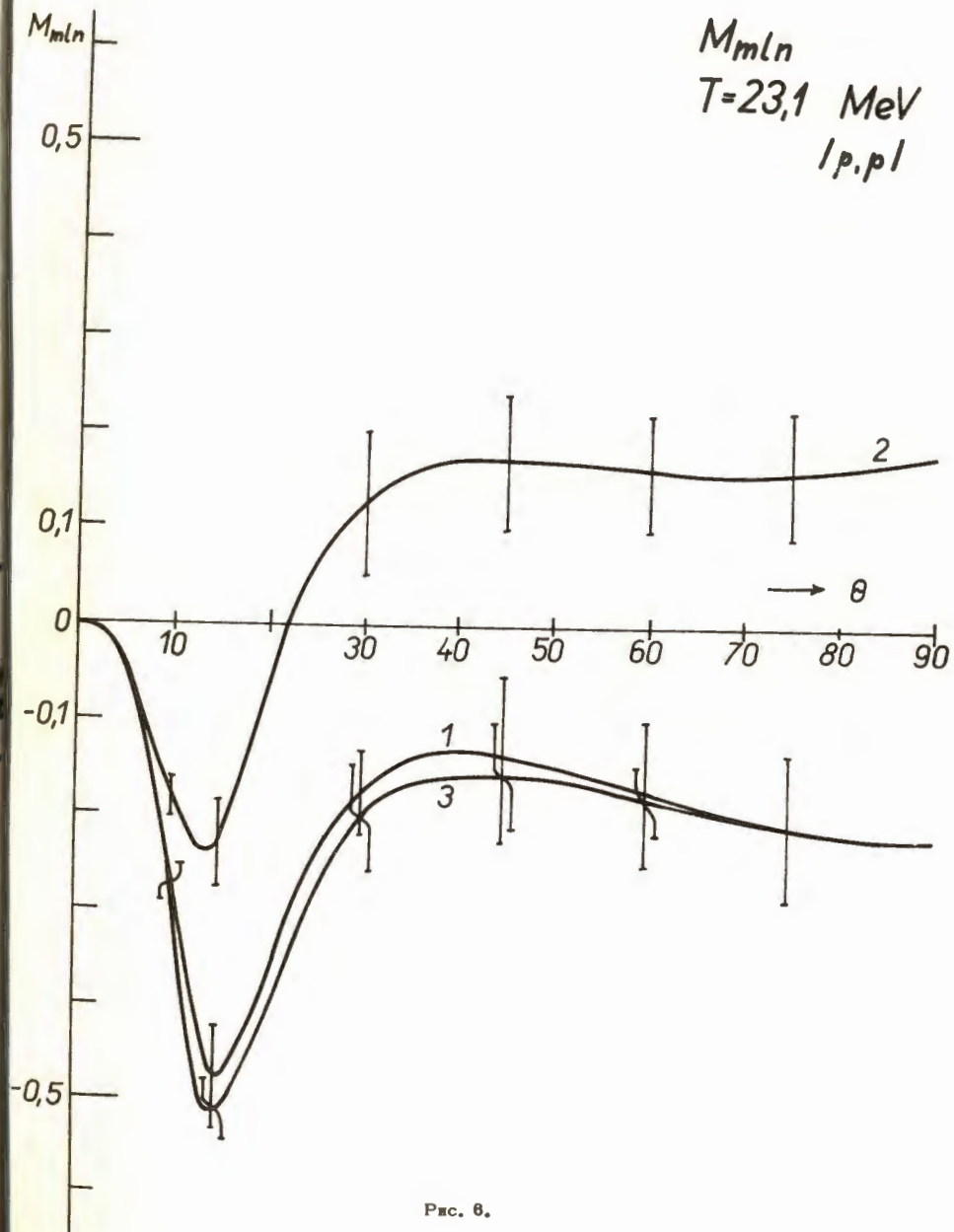
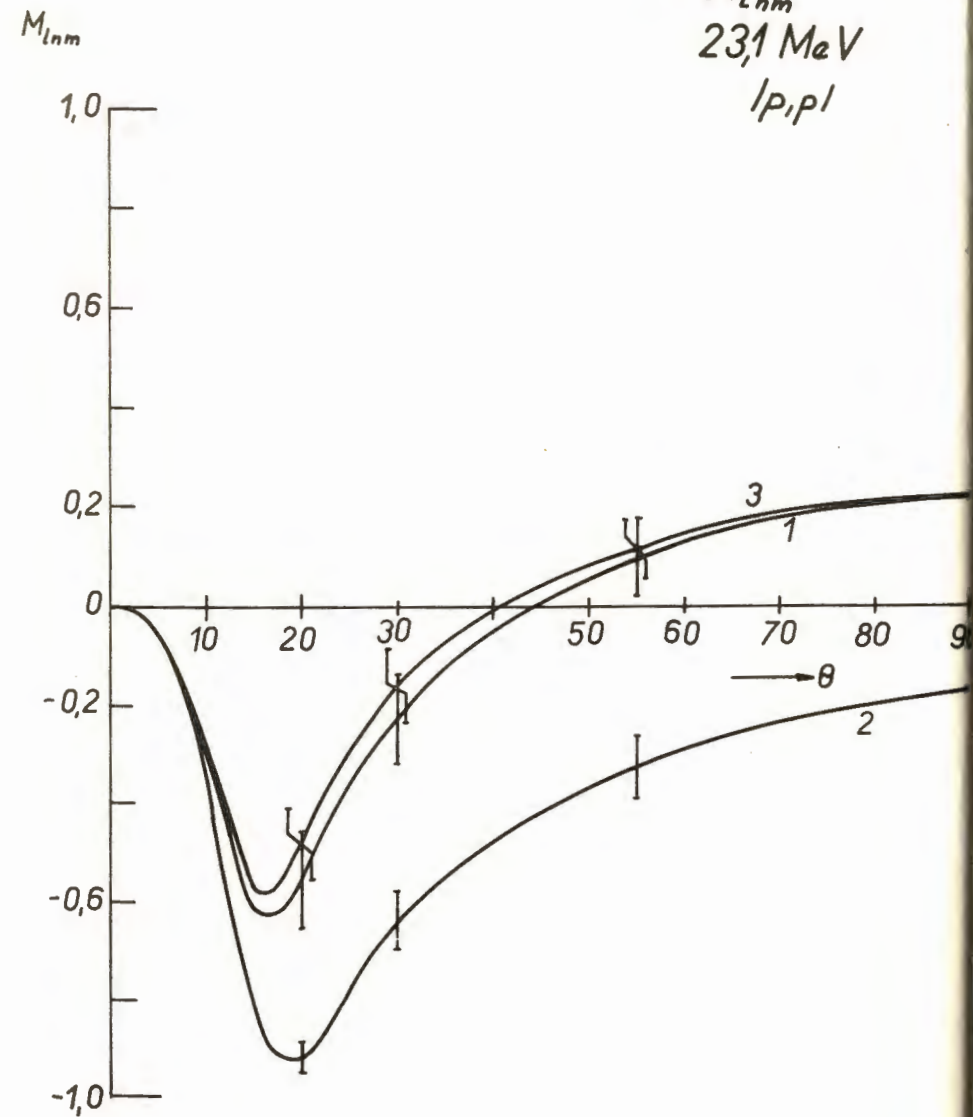


Рис. 8.



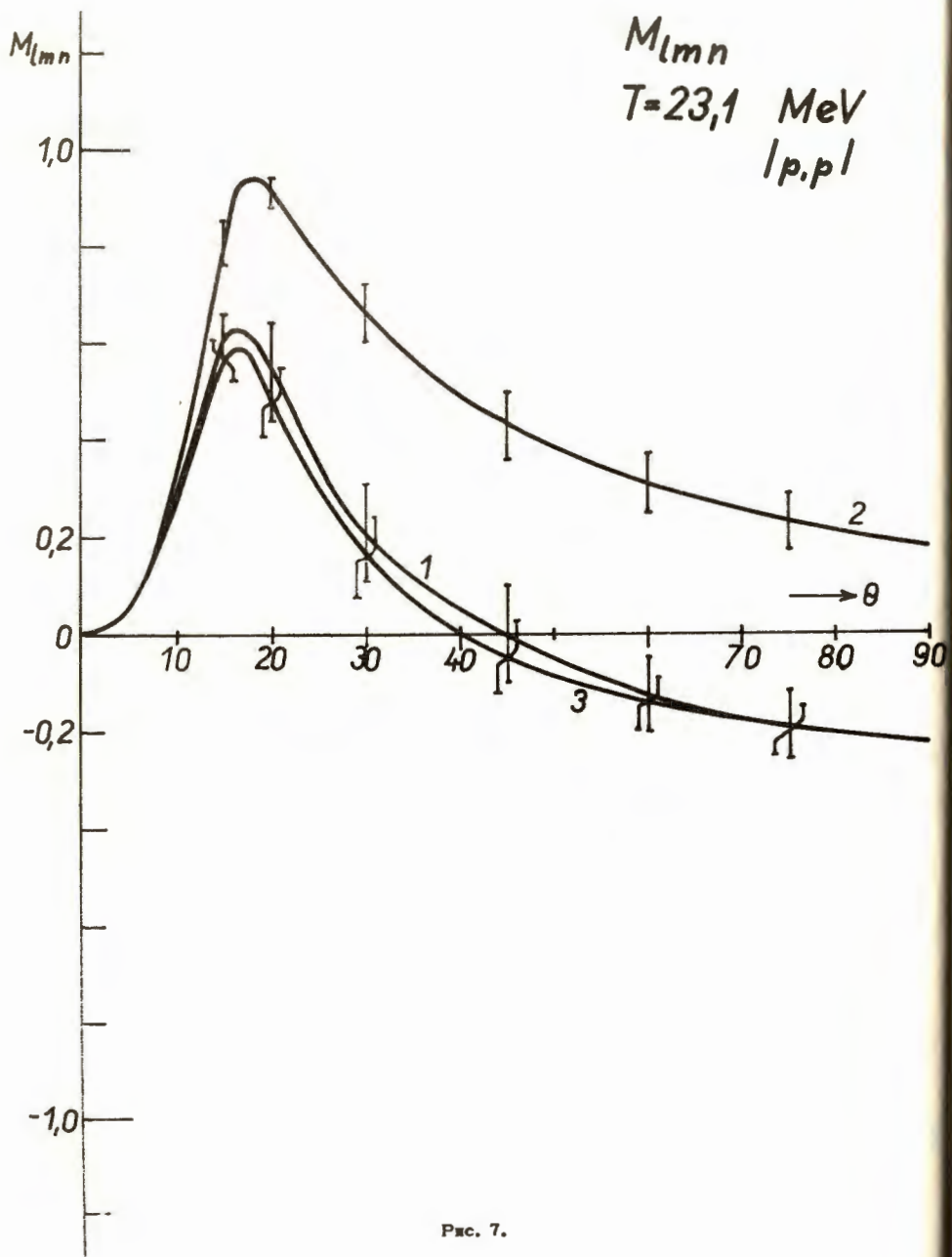


Рис. 7.

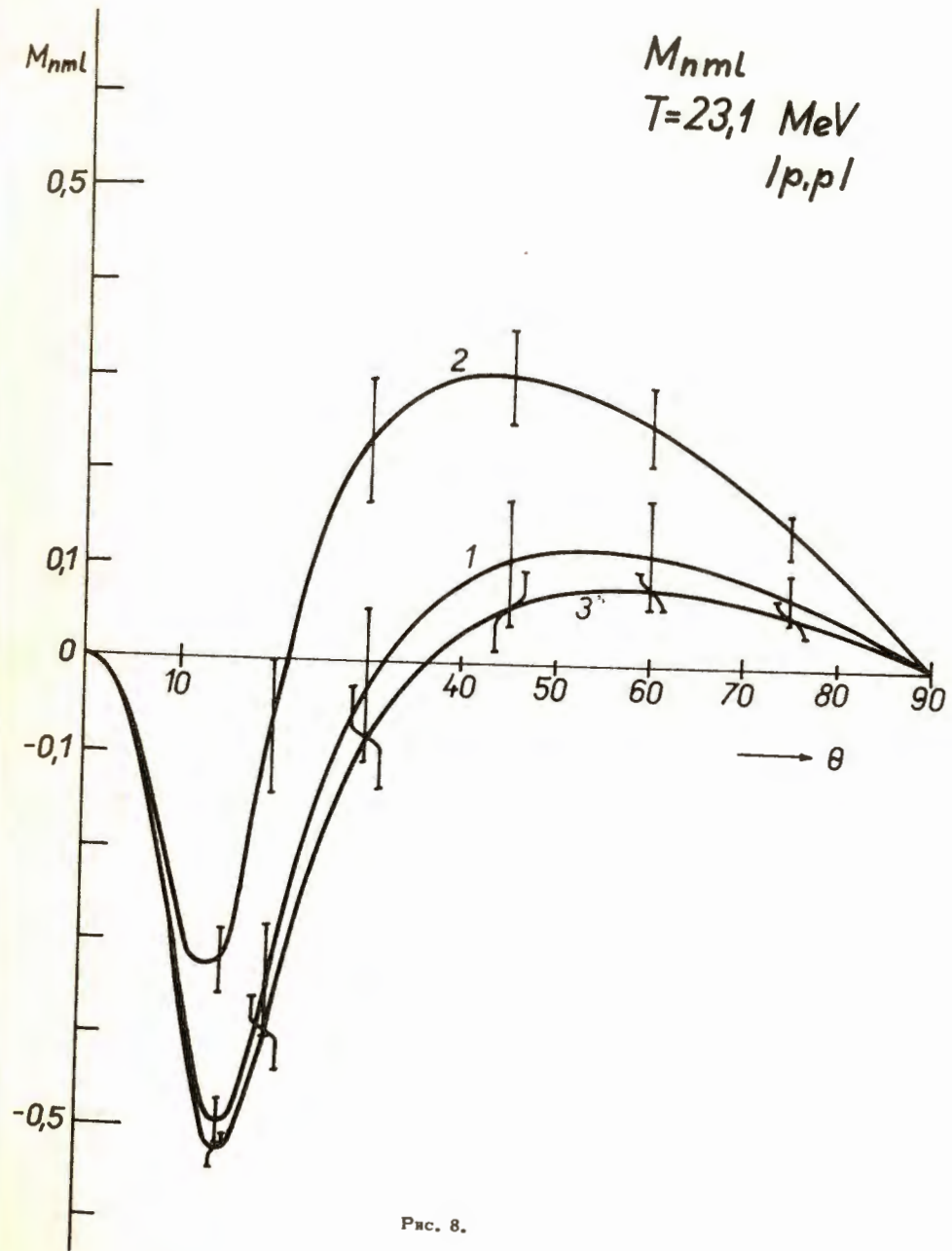


Рис. 8.

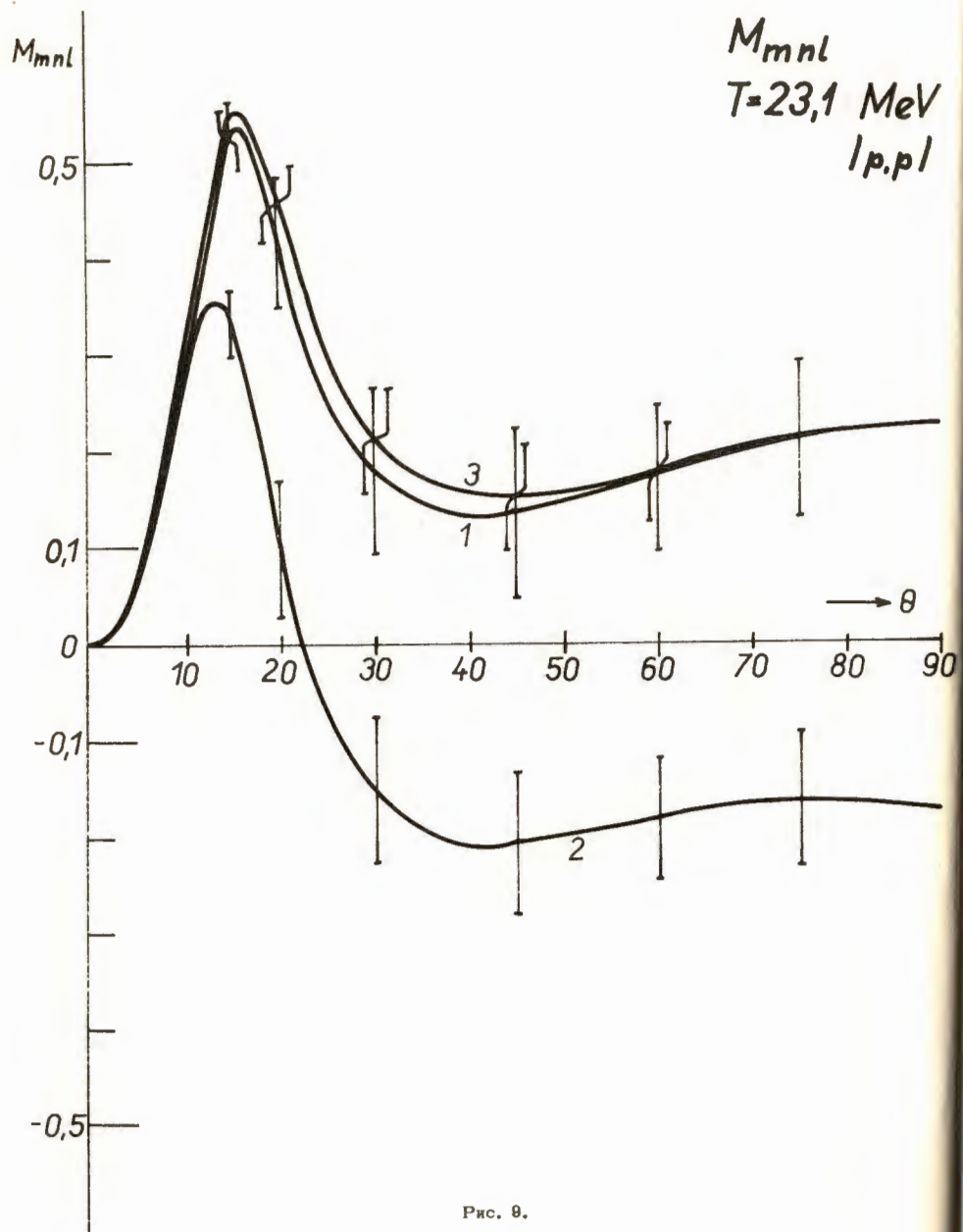


Рис. 9.

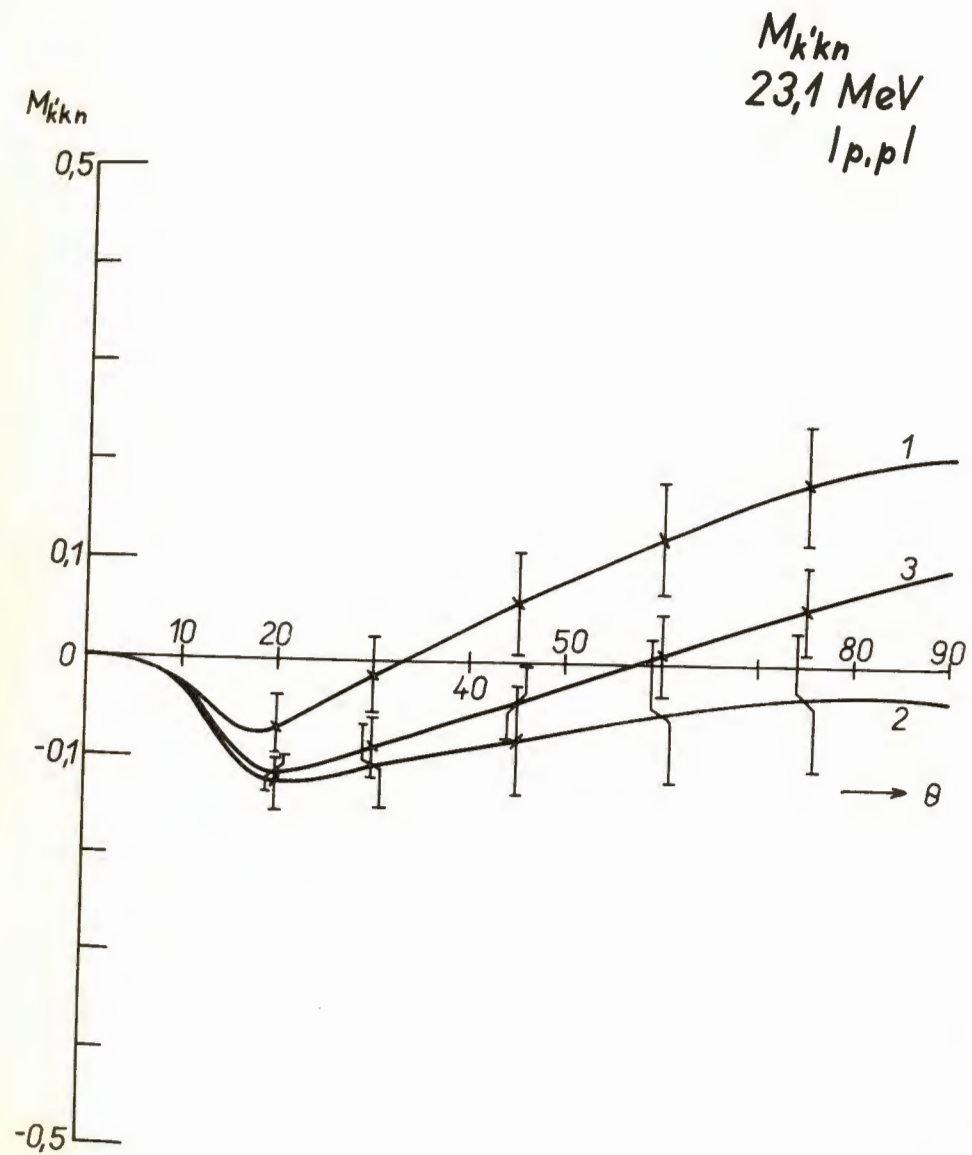


Рис. 10.

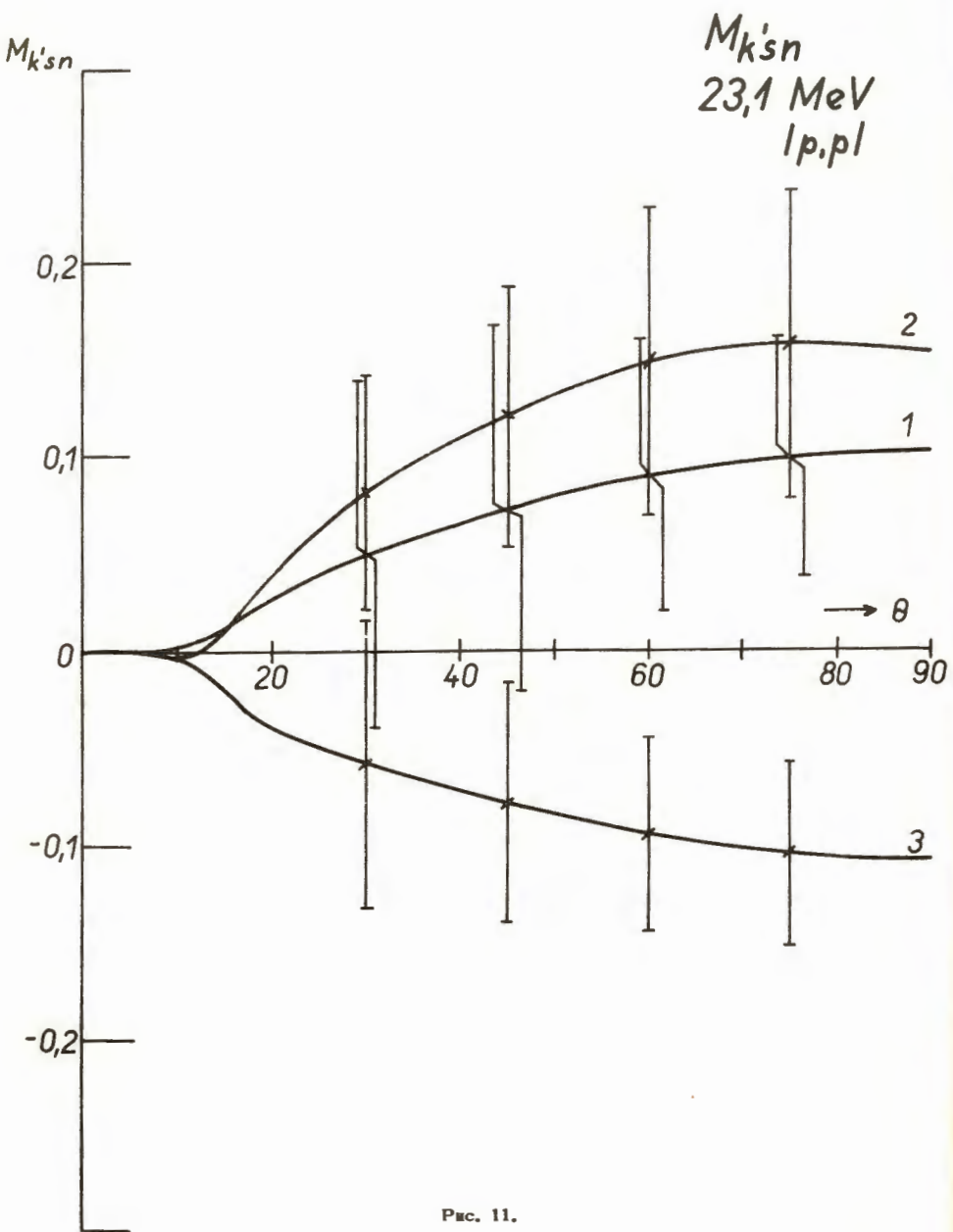


Рис. 11.

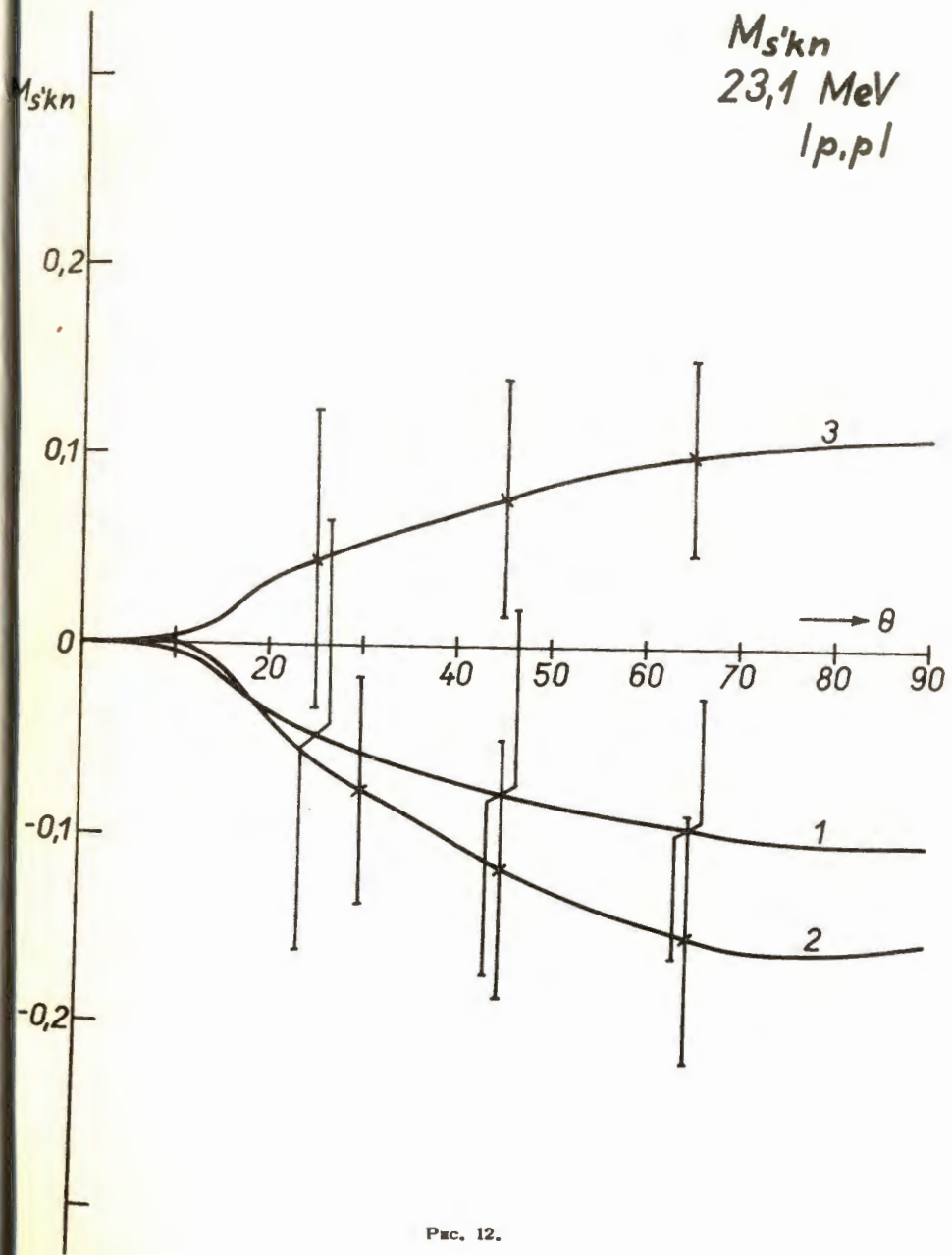
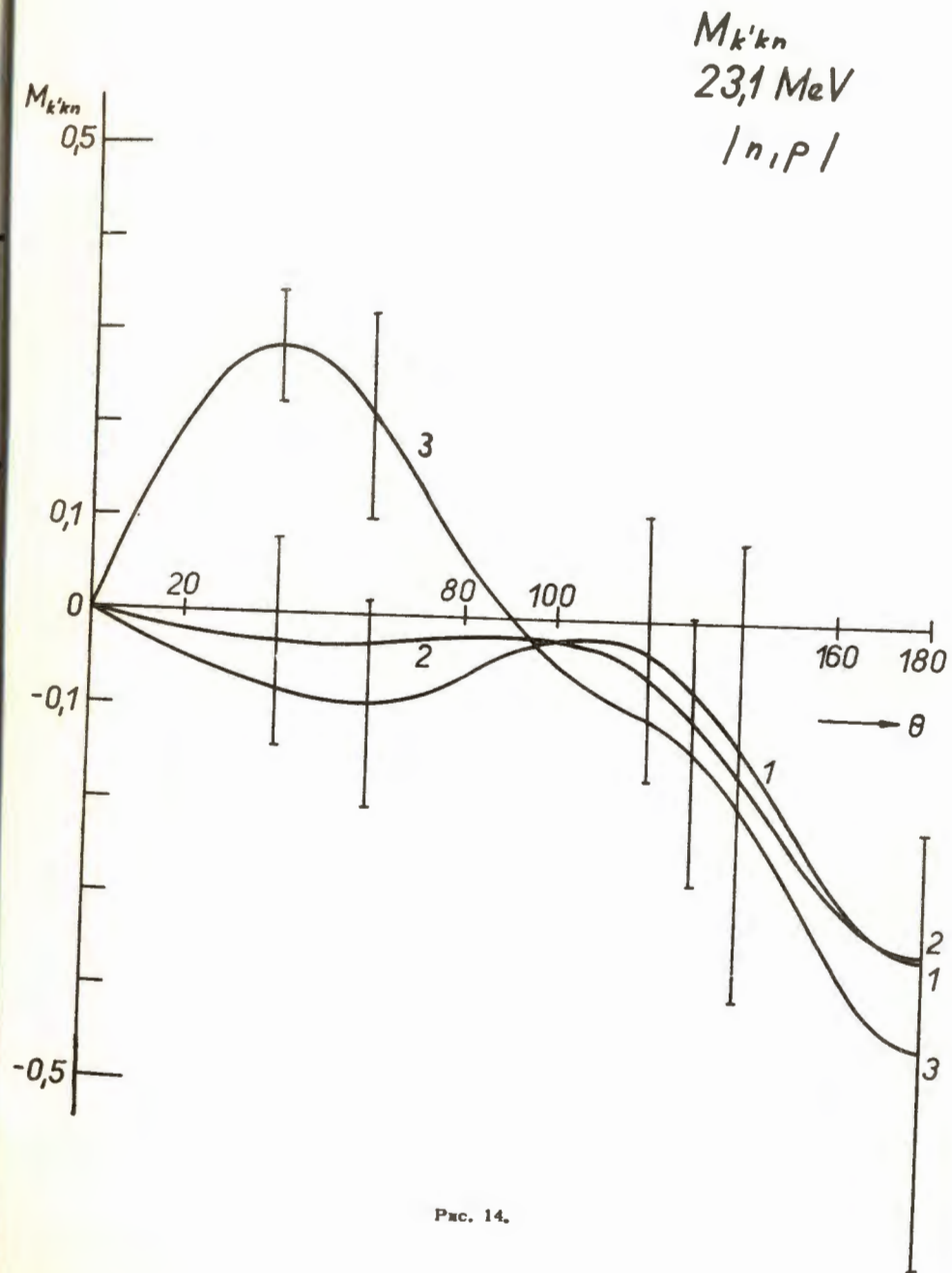
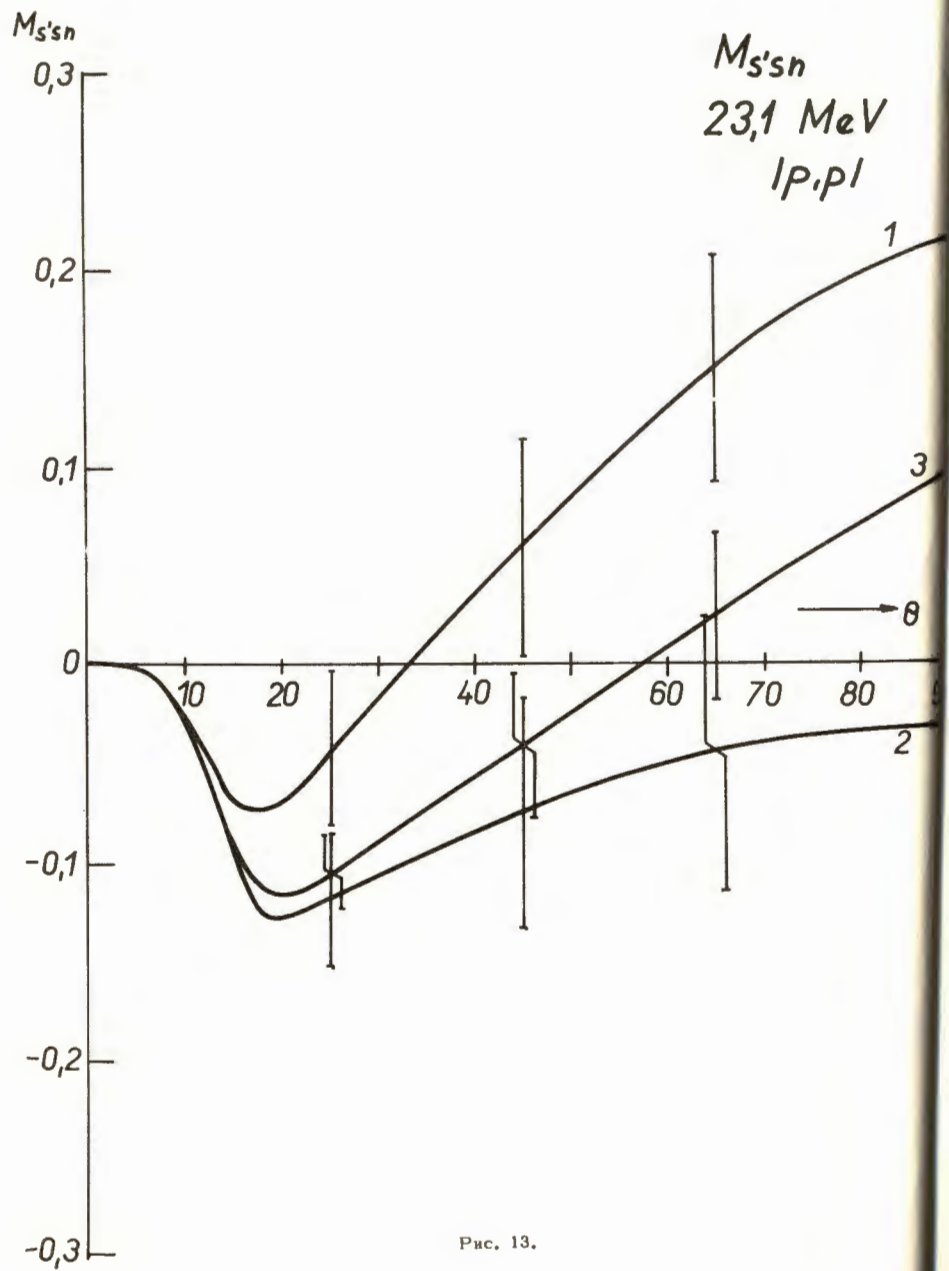


Рис. 12.



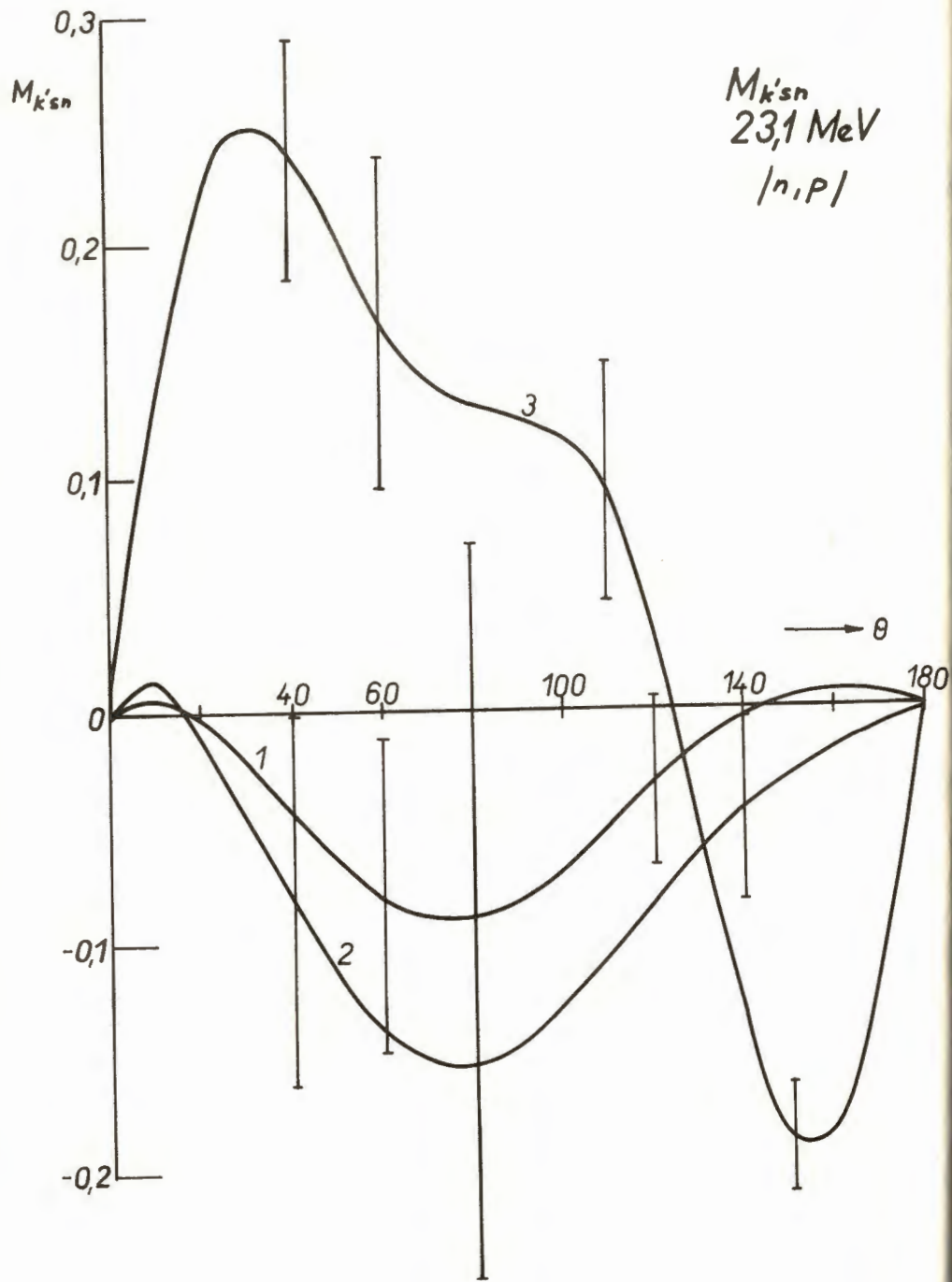


Рис. 15.

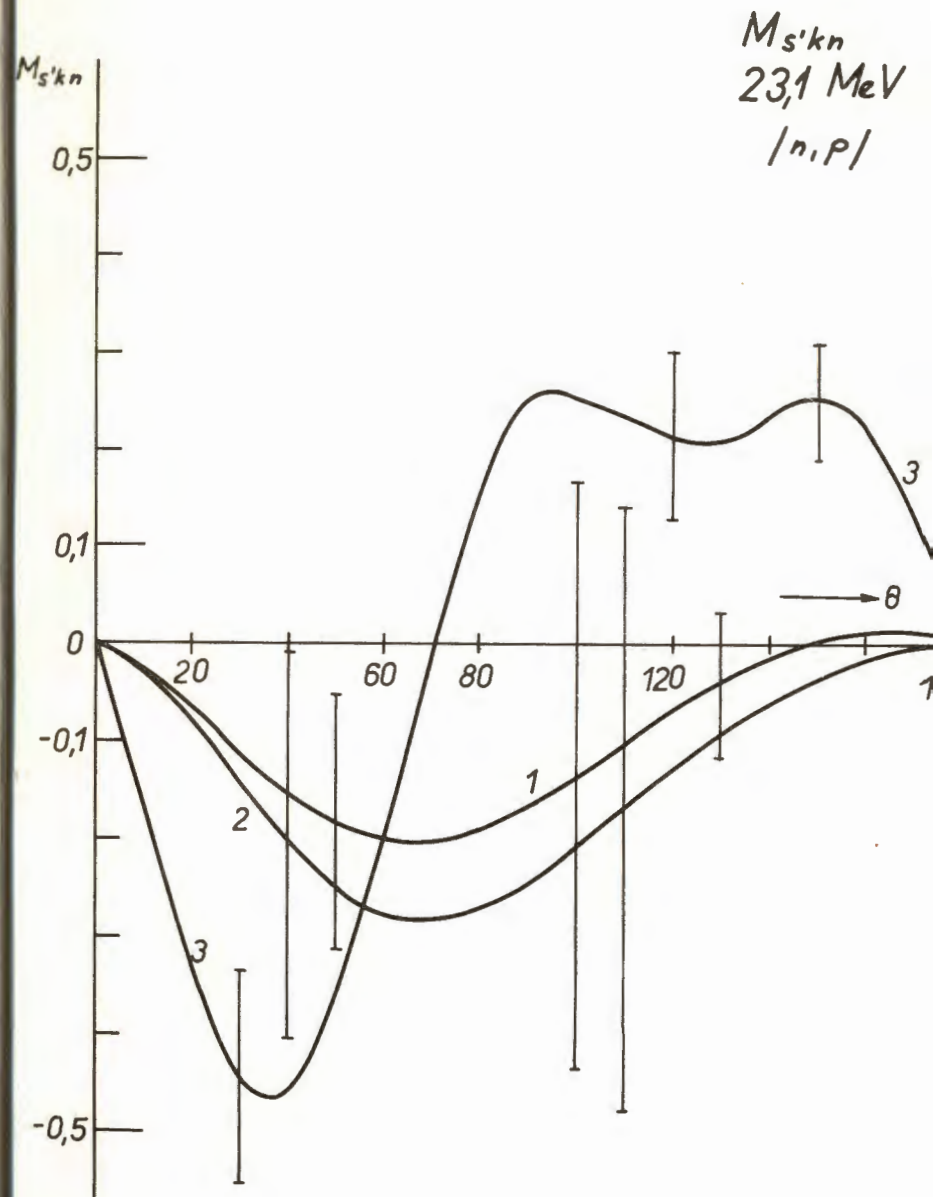


Рис. 16.

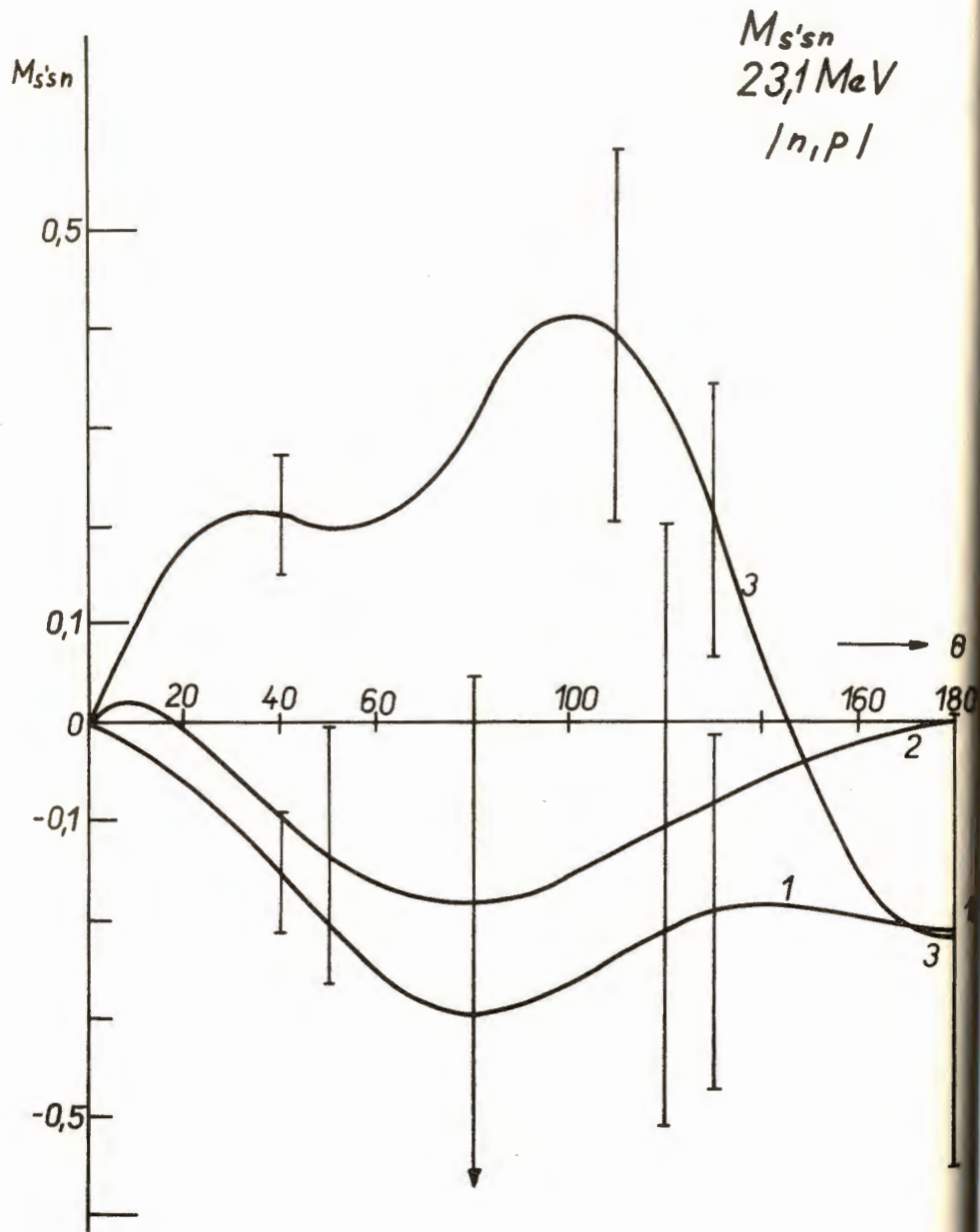


Рис. 17.

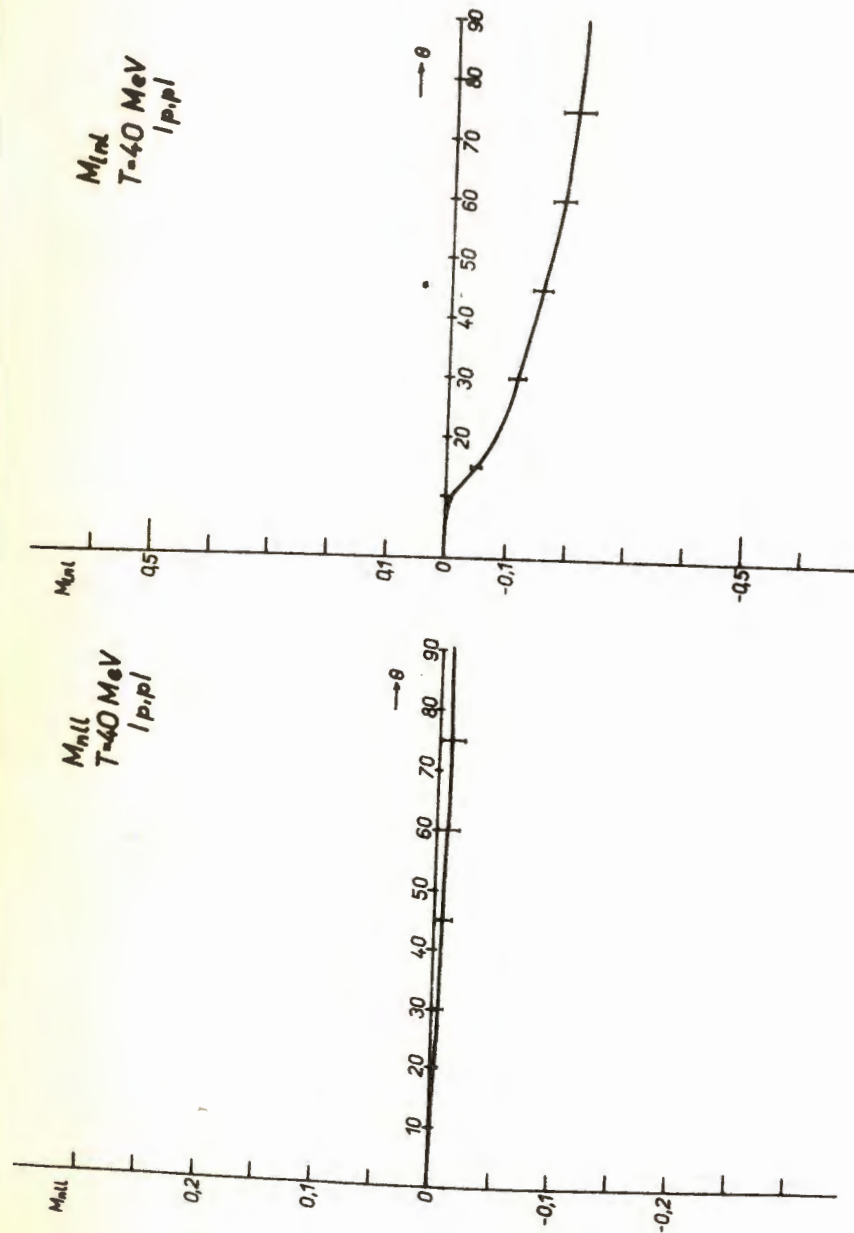


Рис. 18.

Рис. 19.

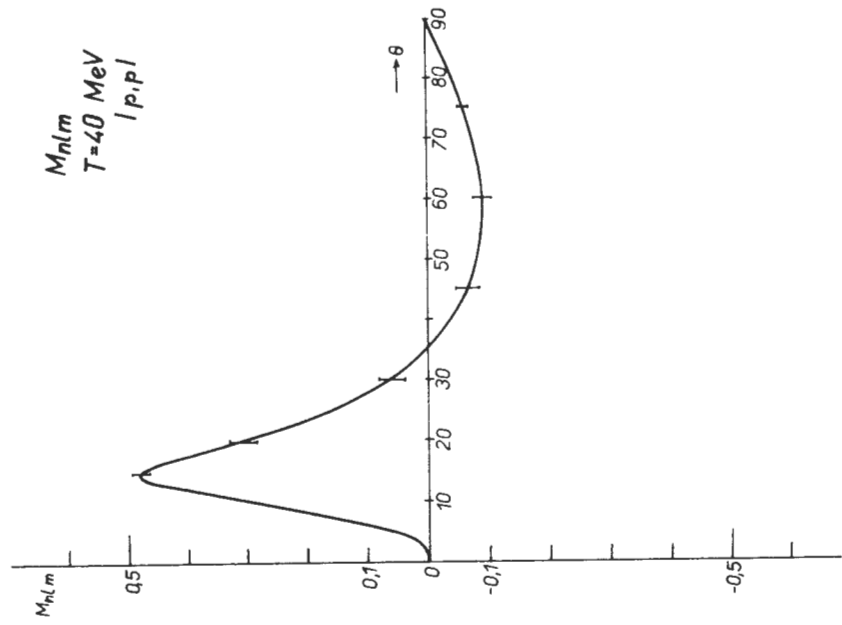


Рис. 21.

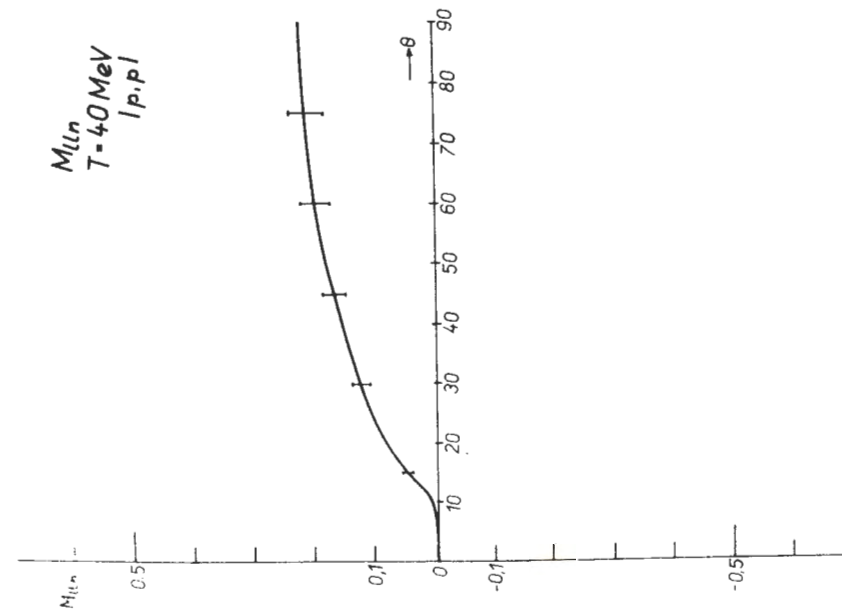


Рис. 20.

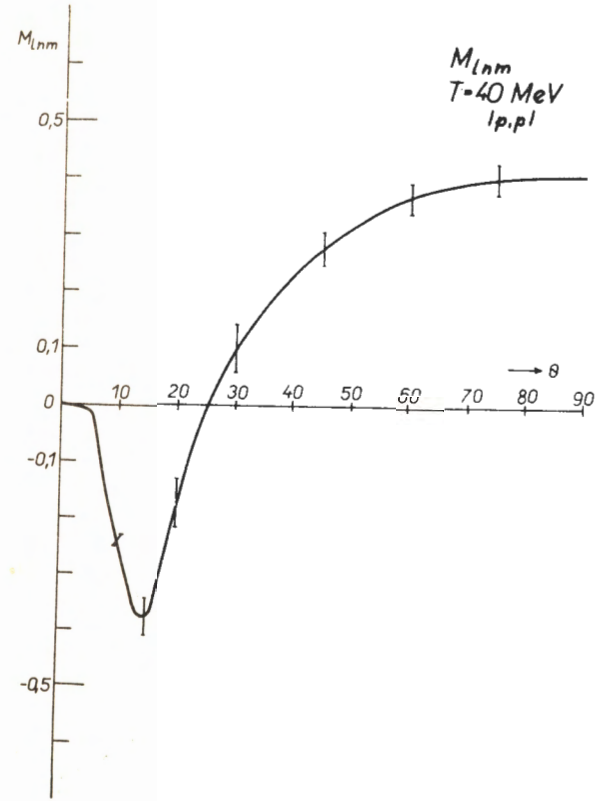


Рис. 22.

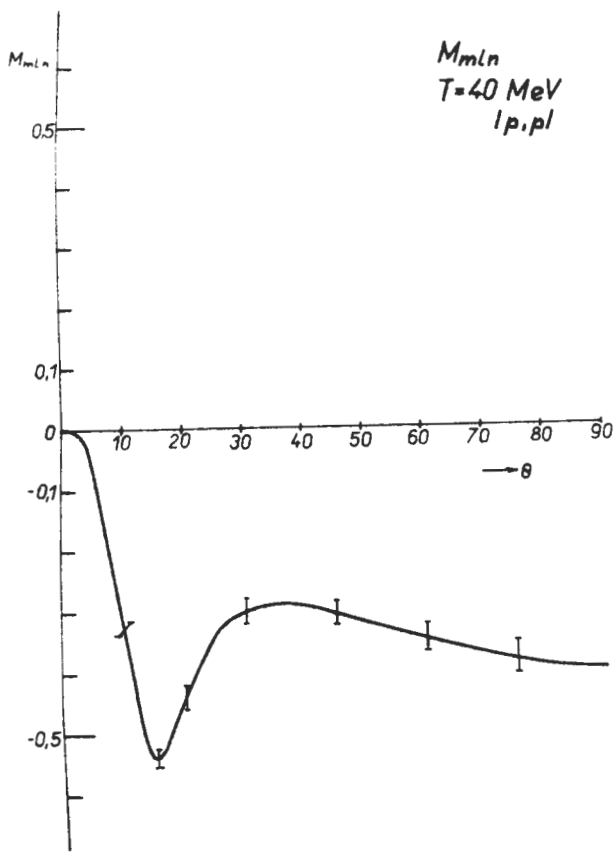


Рис. 23.

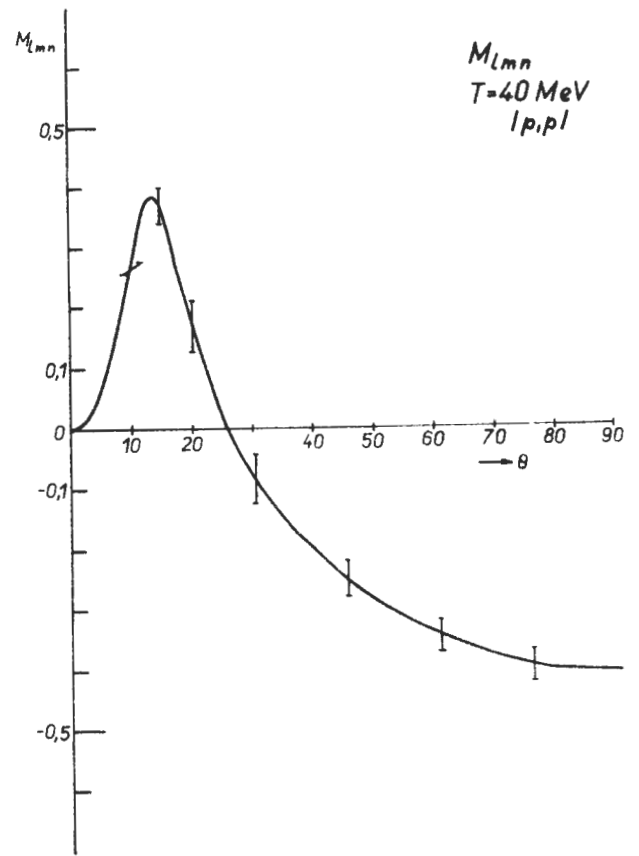


Рис. 24.

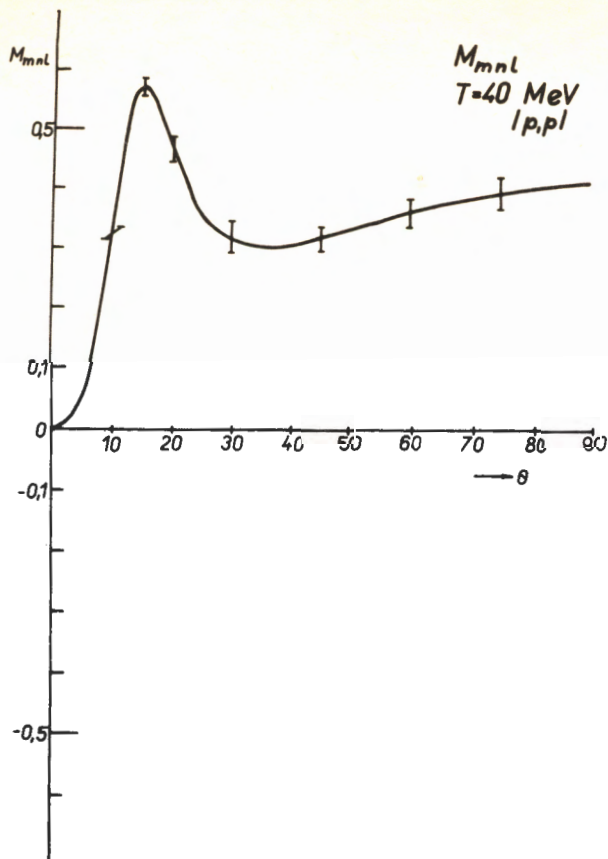


Рис. 25.

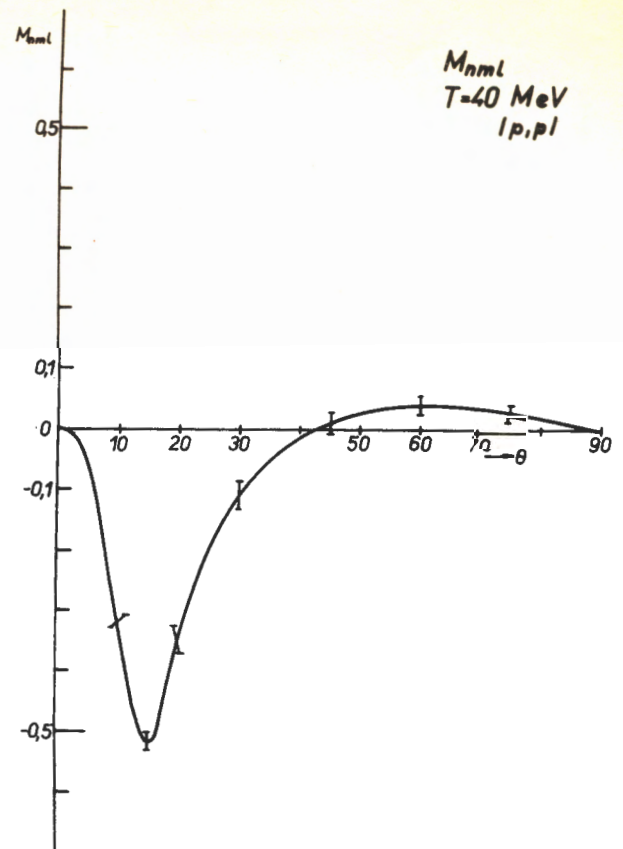


Рис. 26.



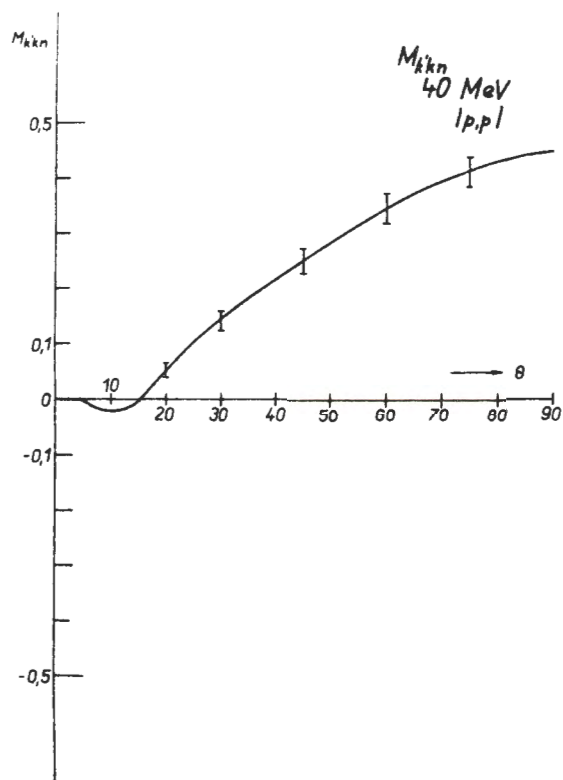


Рис. 27.

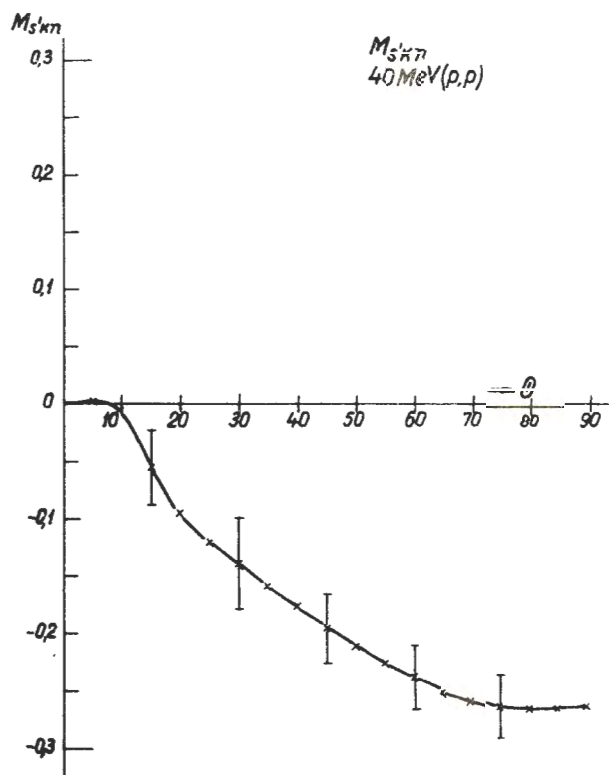


Рис. 28.

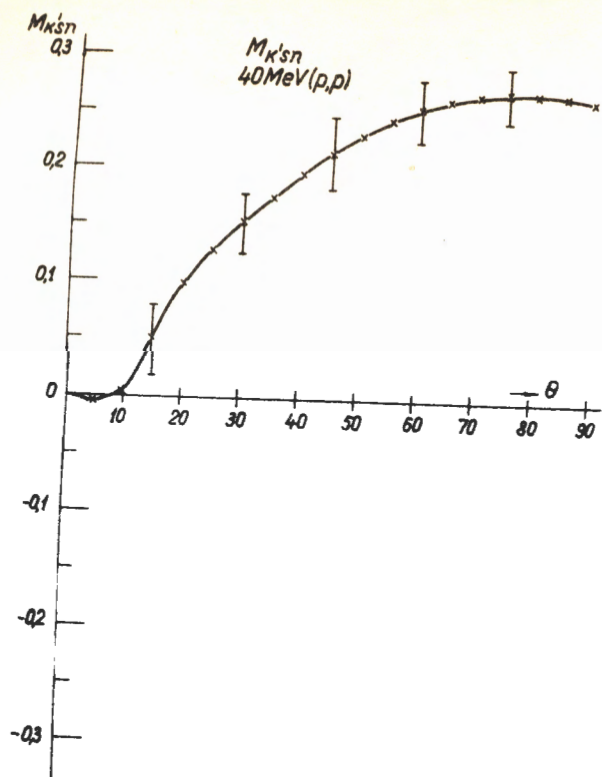


Рис. 28.

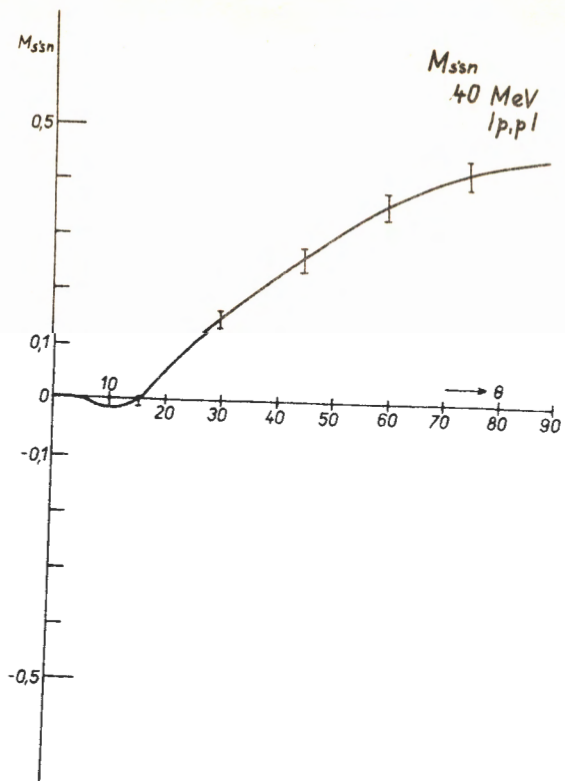


Рис. 30.

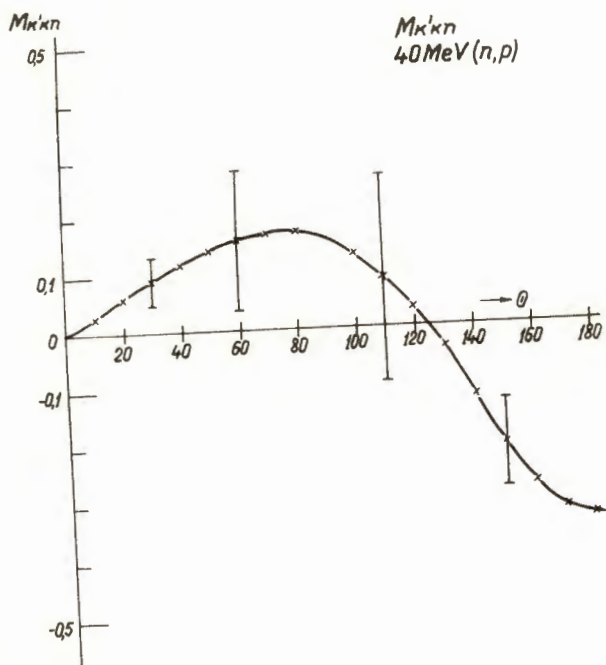


Рис. 31.

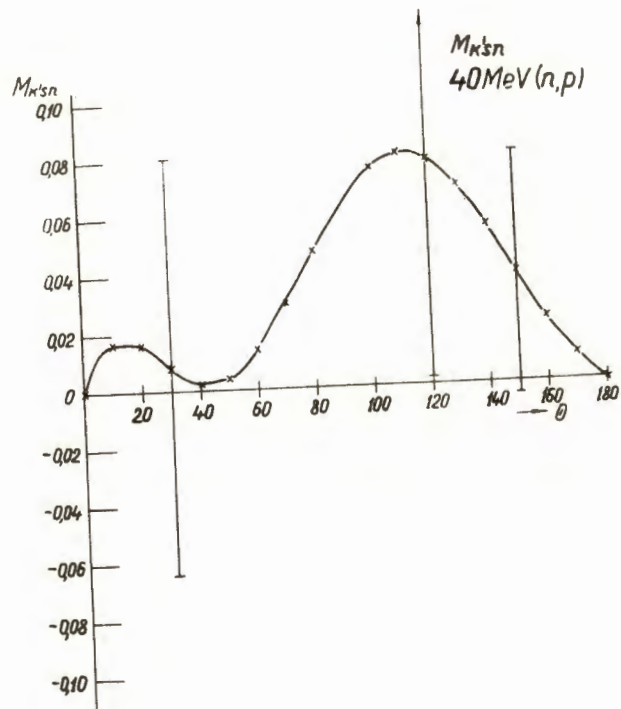


Рис. 32.

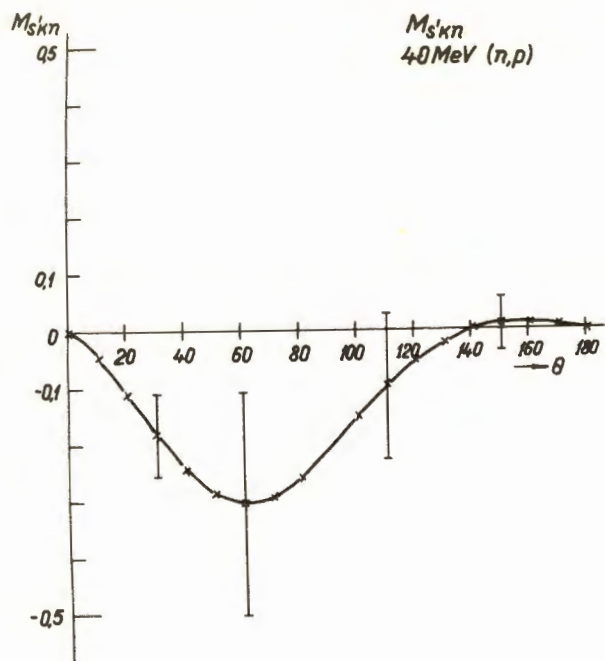


Рис. 33.

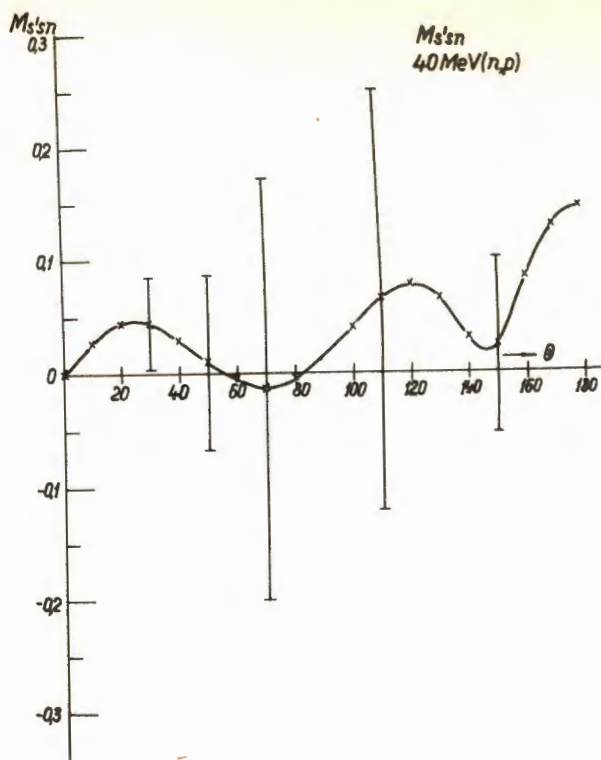


Рис. 34.

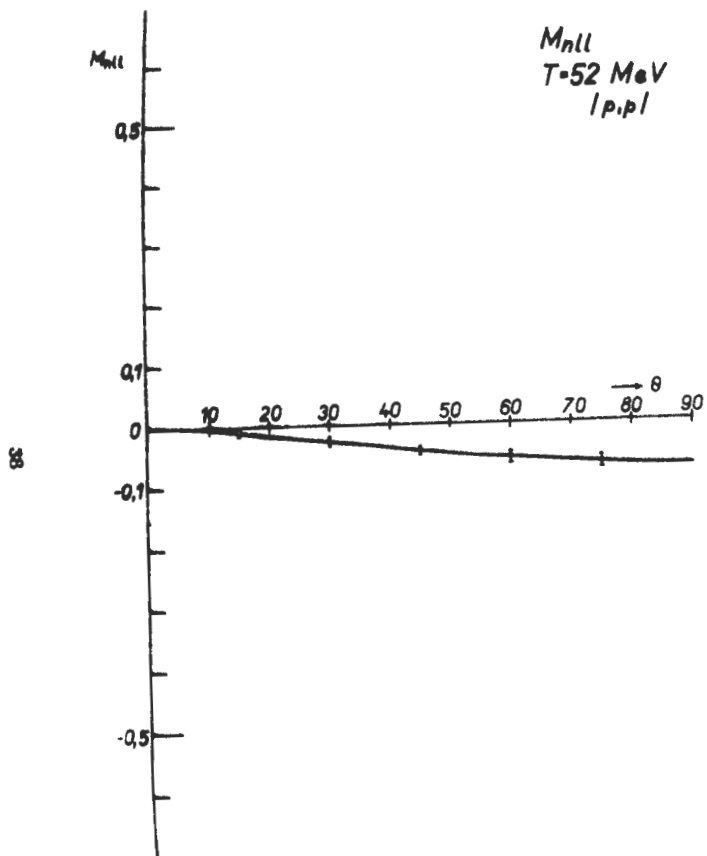


Рис. 35.

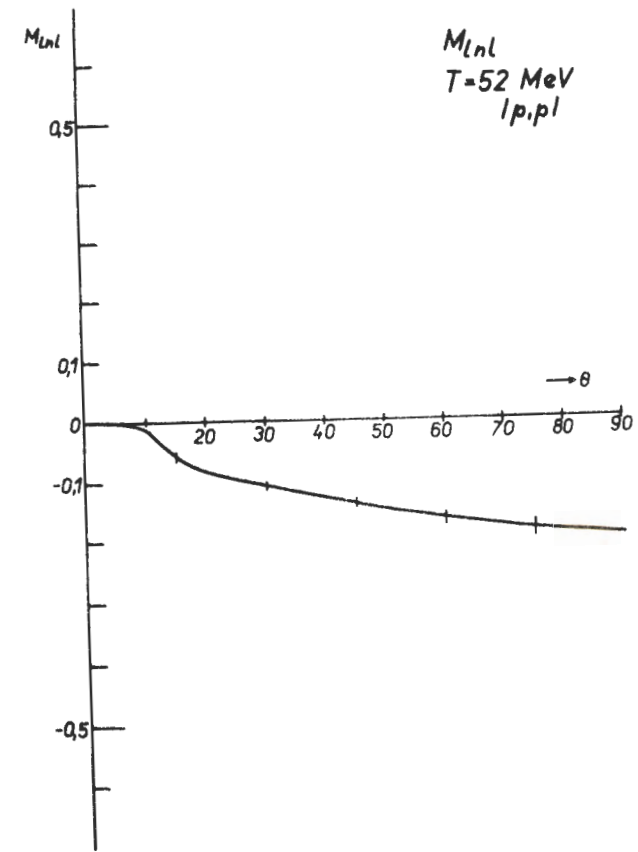


Рис. 36.

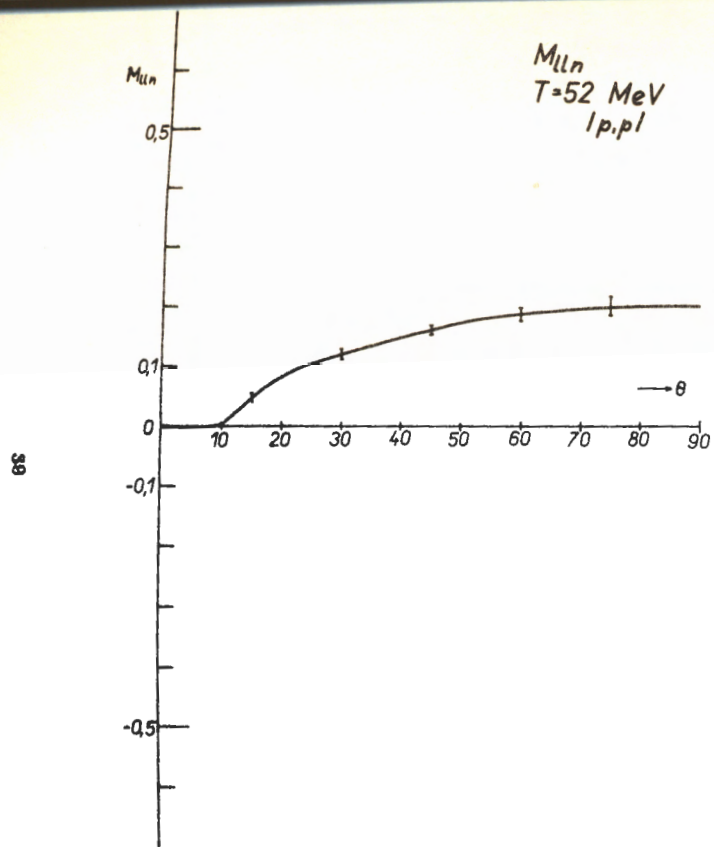


Рис. 37.

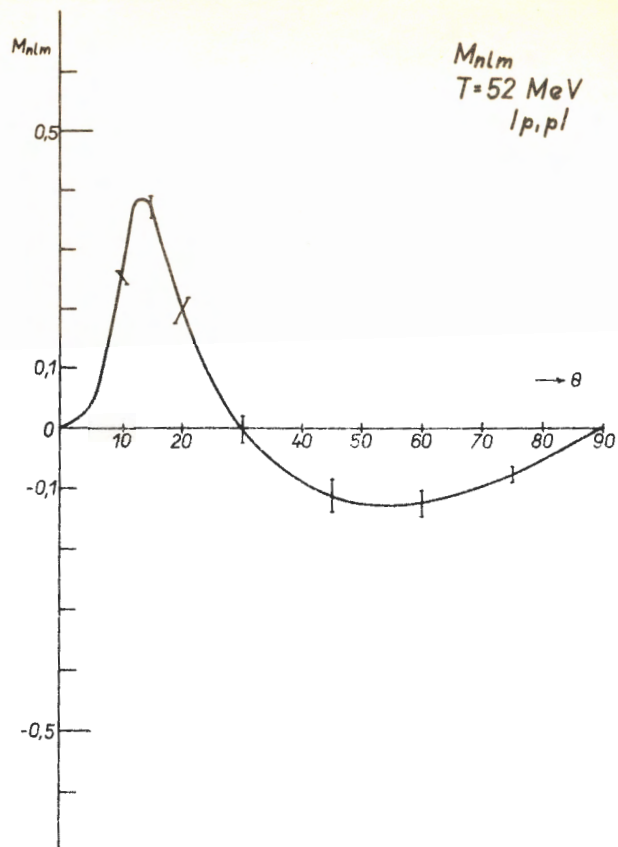


Рис. 38.

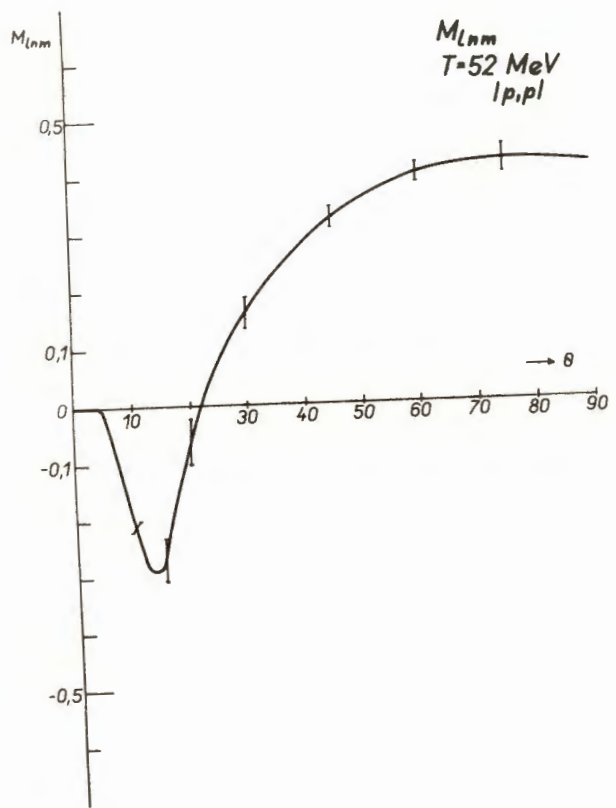


Рис. 39.

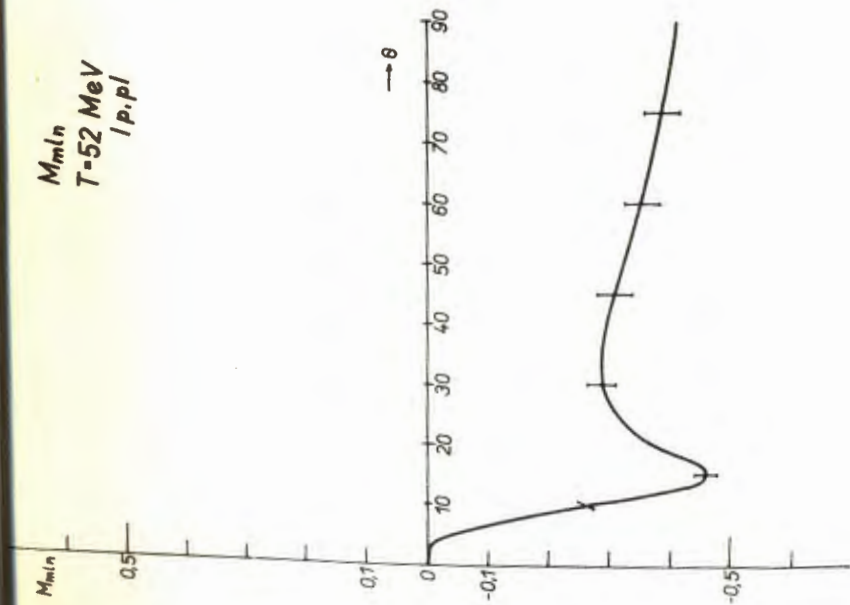


Рис. 40.

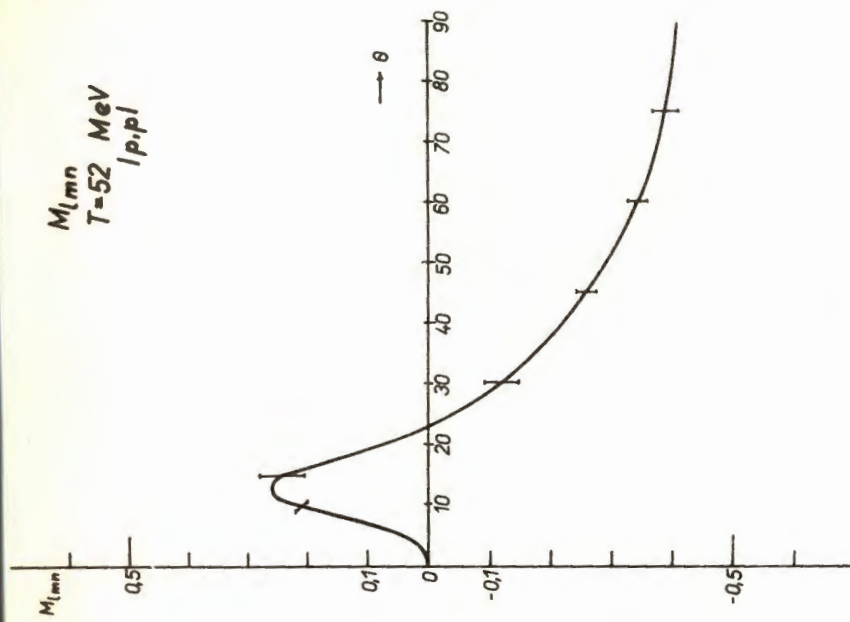


Рис. 41.

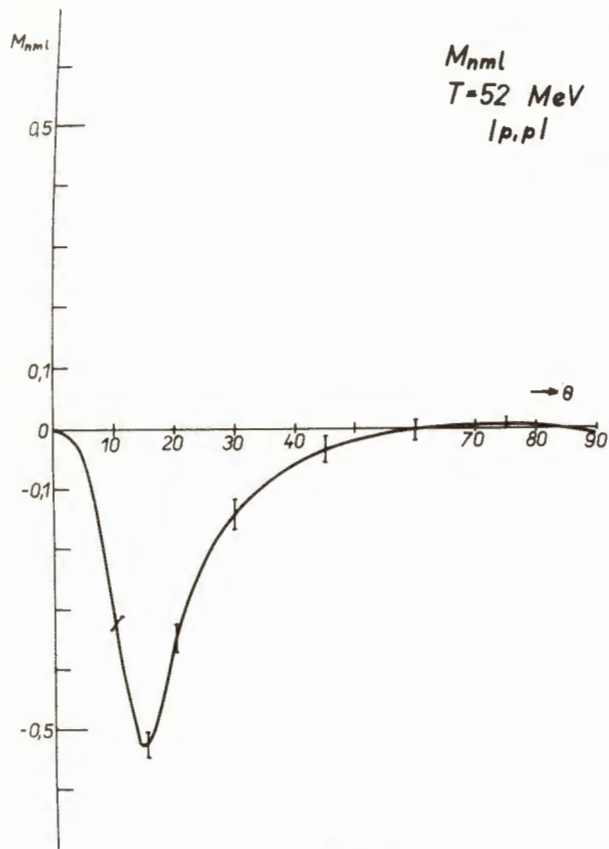


Рис. 42.

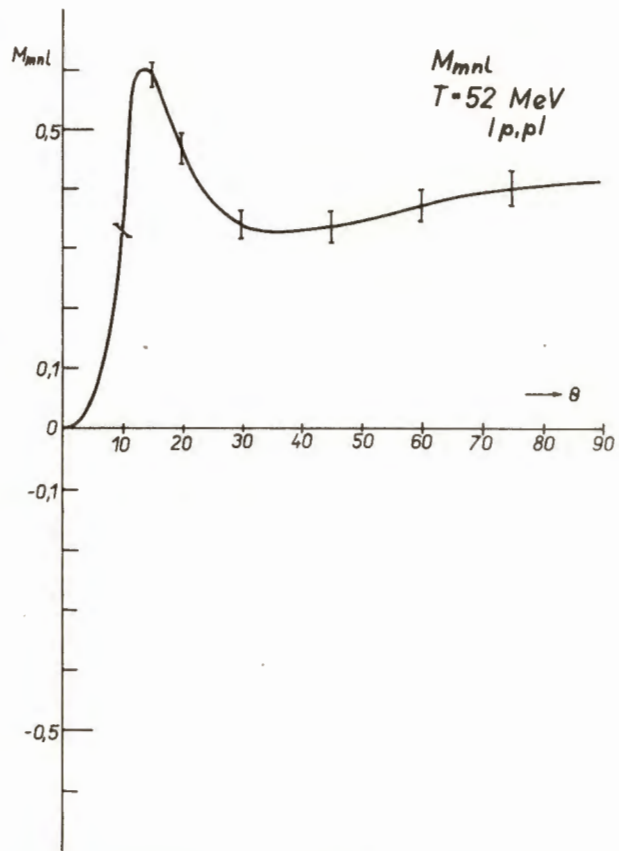


Рис. 43.

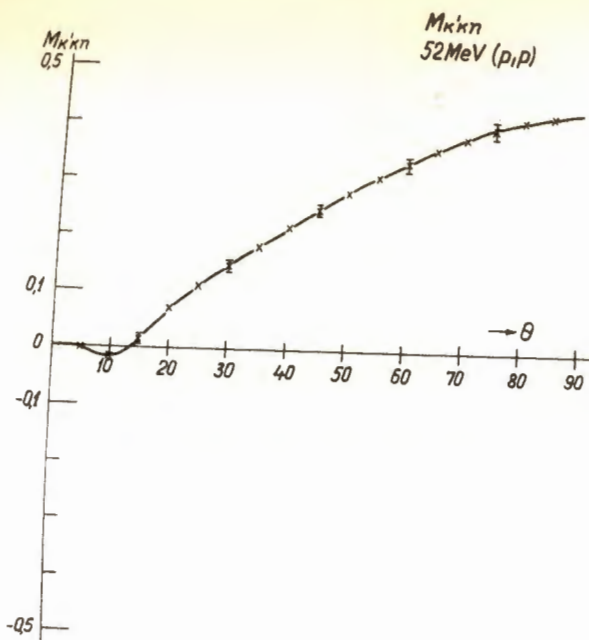


Рис. 44.

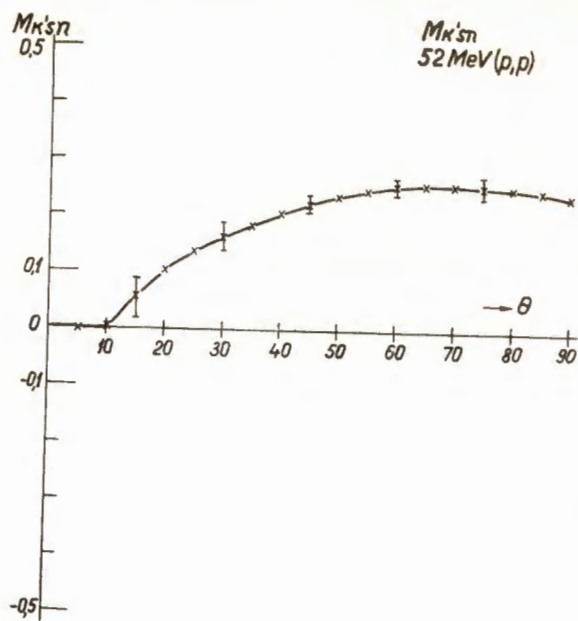


Рис. 45.

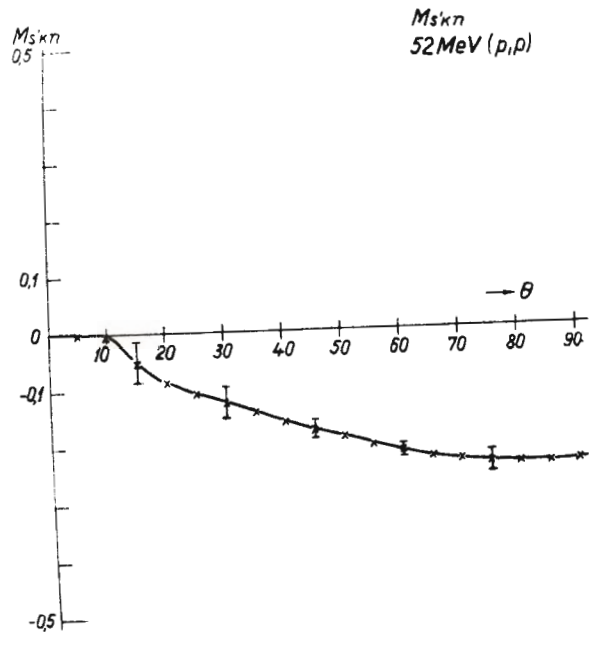


Рис. 46.

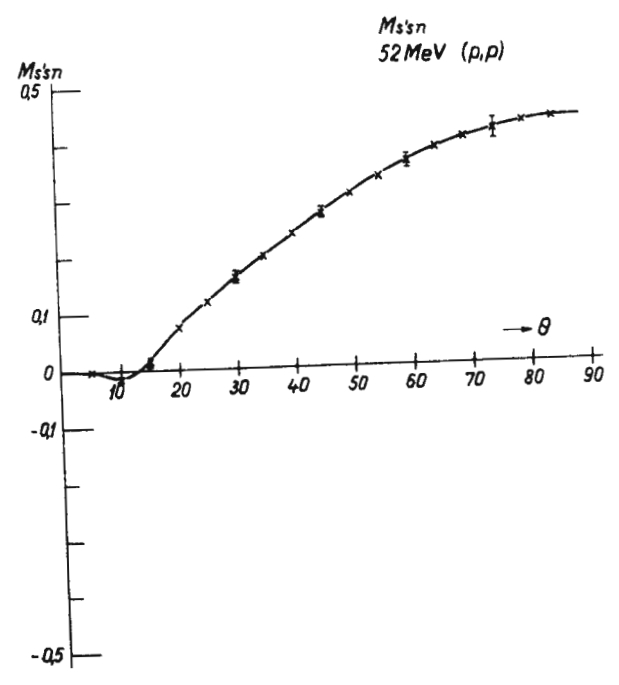


Рис. 47.

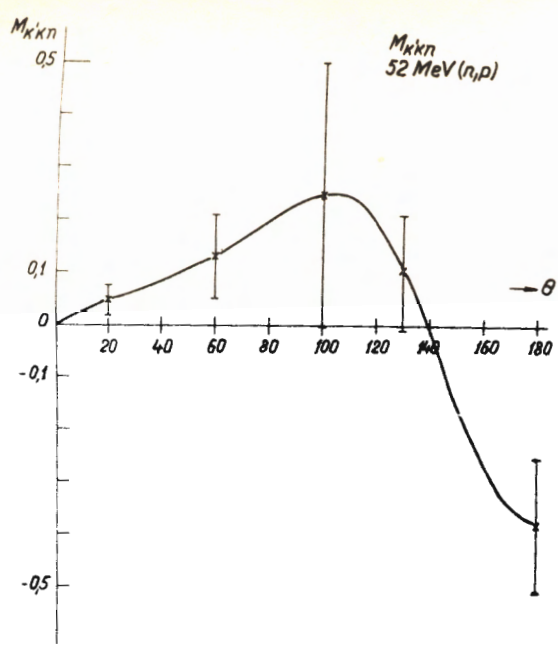


Рис. 48.

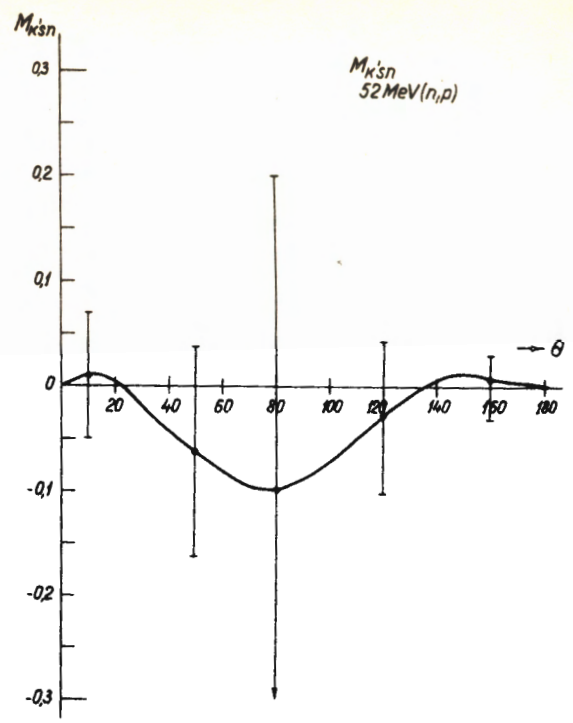


Рис. 49.

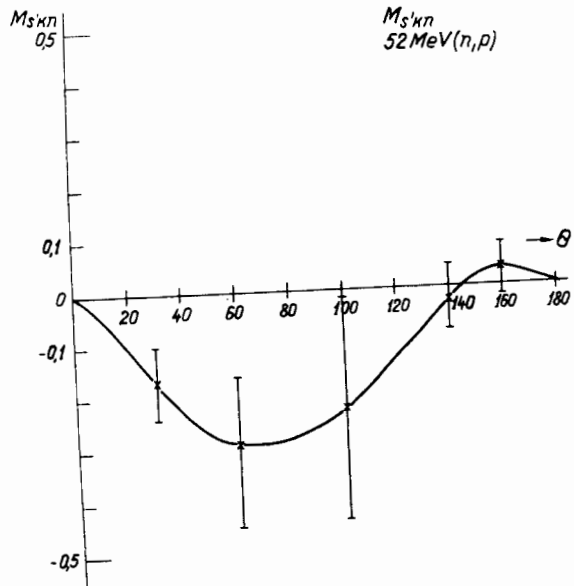


Рис. 50.

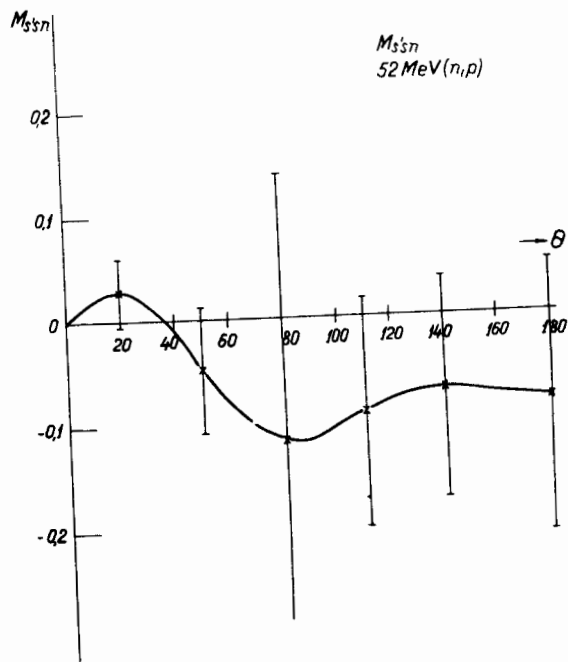


Рис. 51.

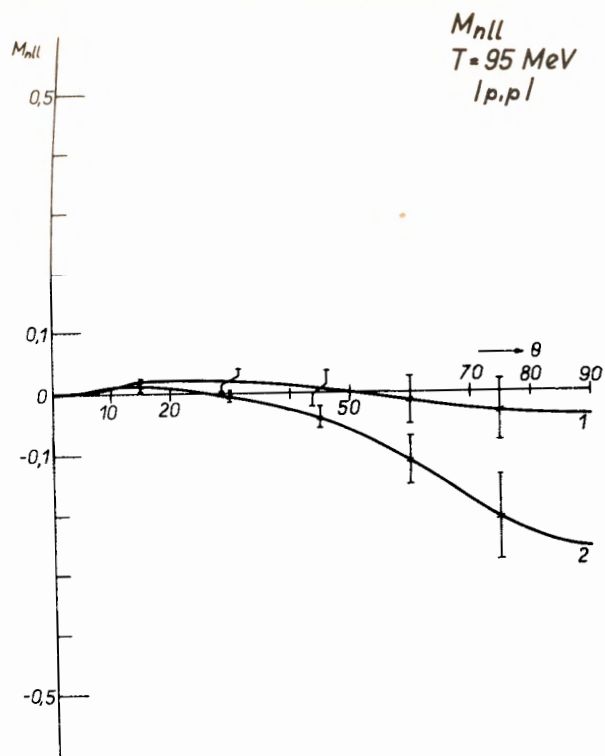


Рис. 52.

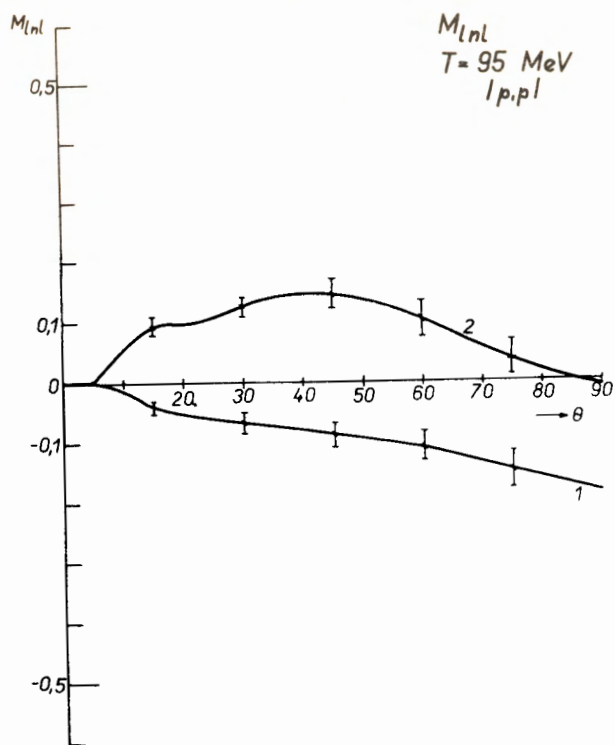


Рис. 53.

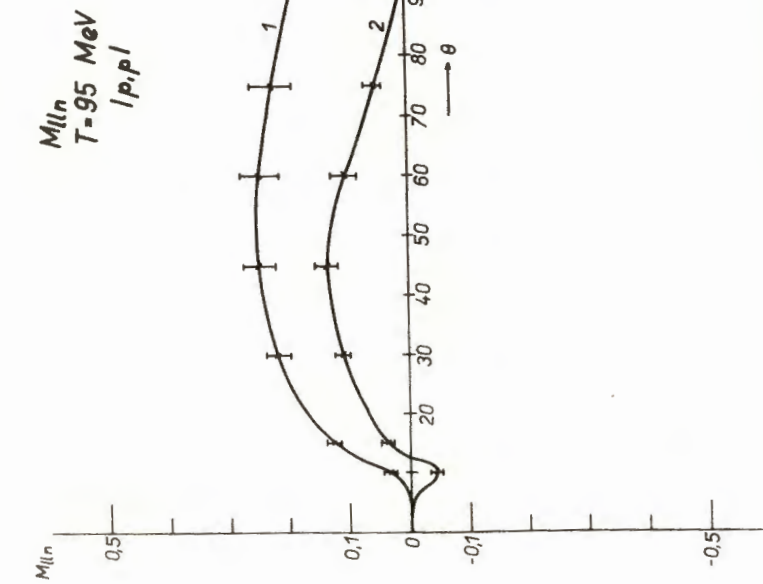


Рис. 54.

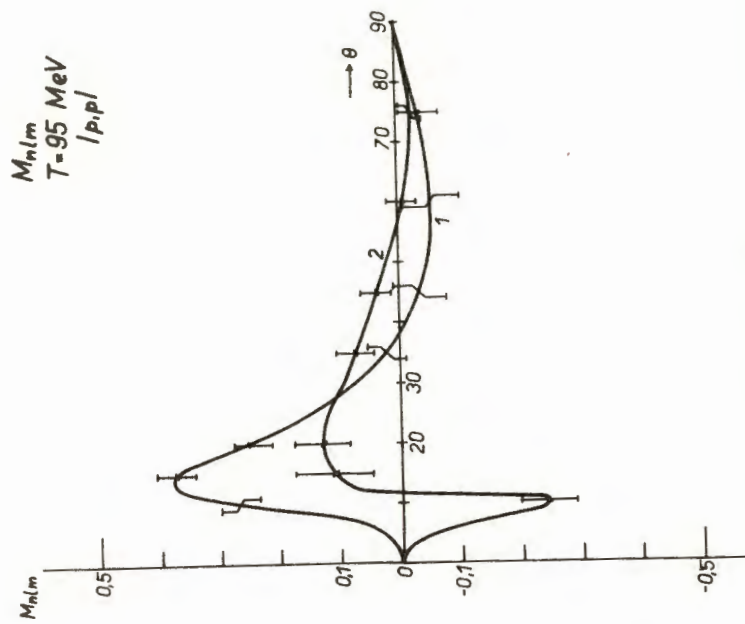


Рис. 55.

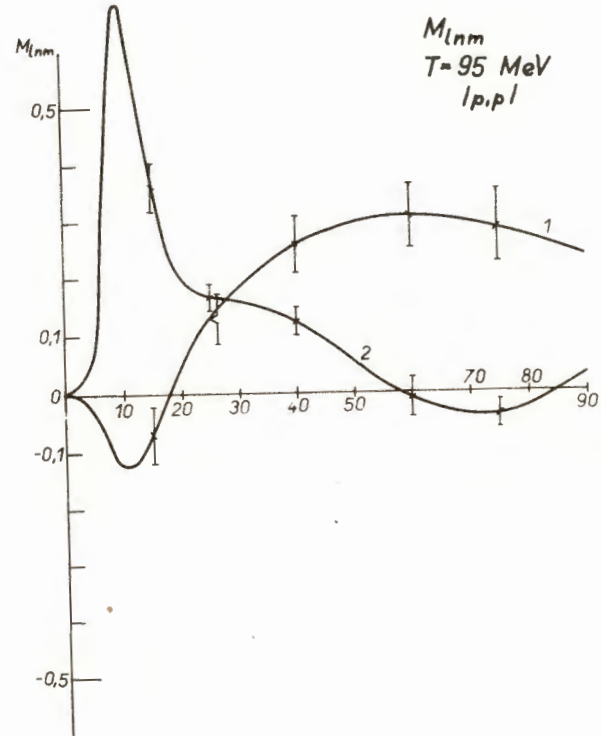


Рис. 56.



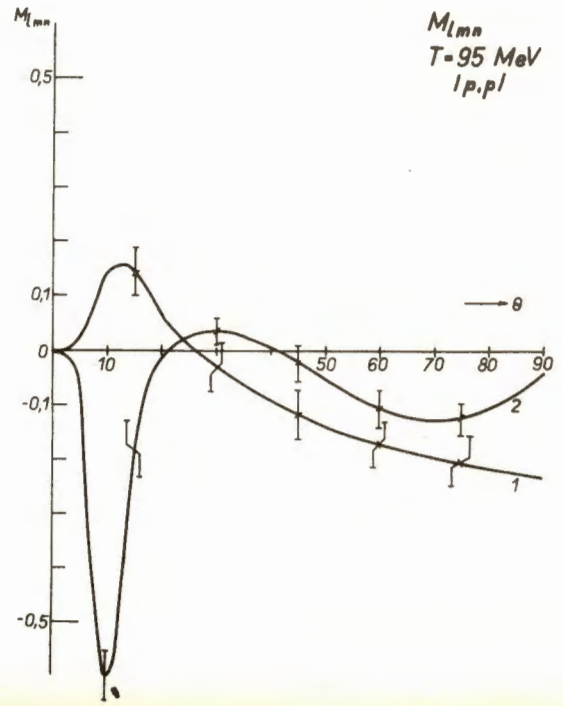
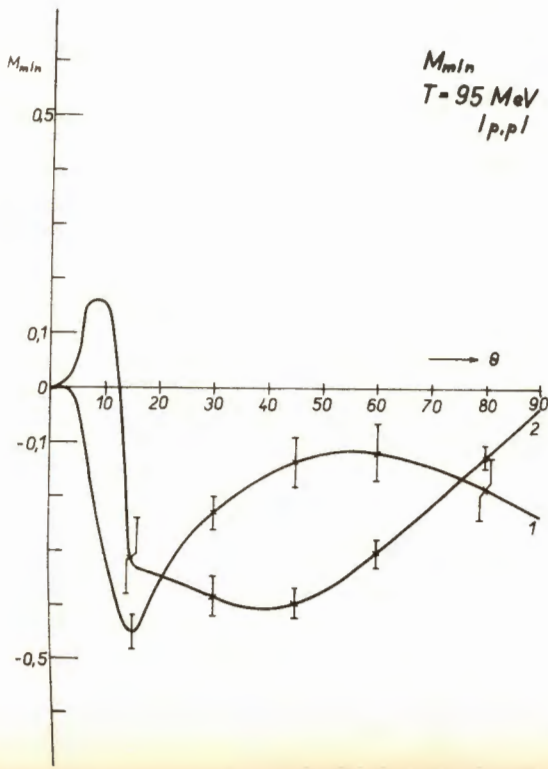


Рис. 57.

Рис. 58.

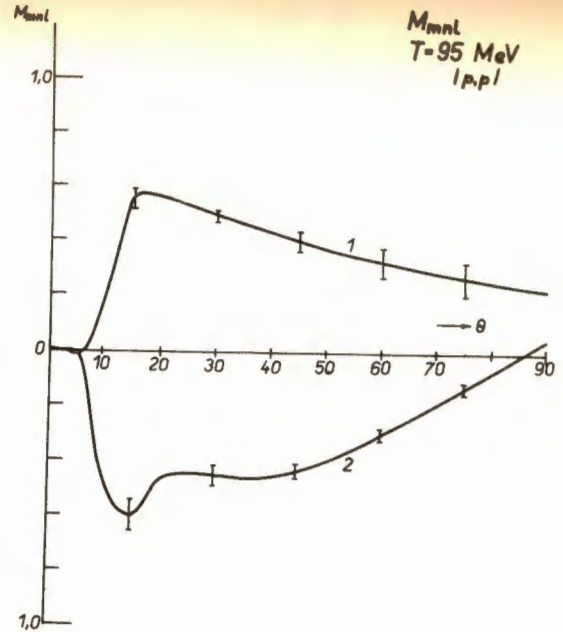
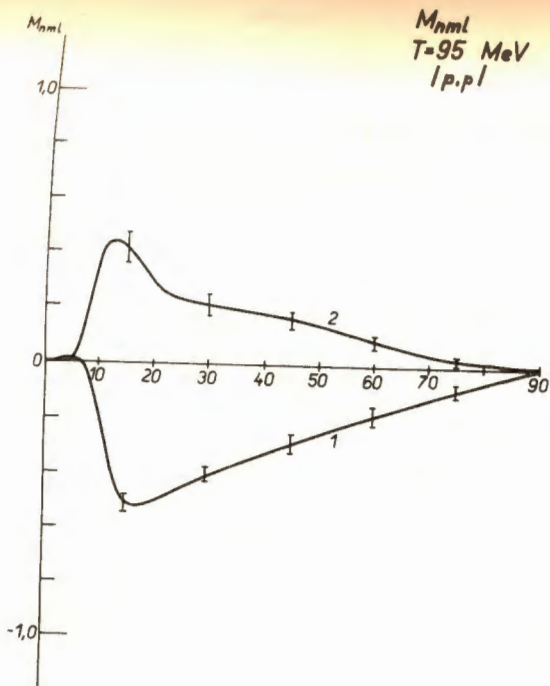


Рис. 59.

Рис. 60.

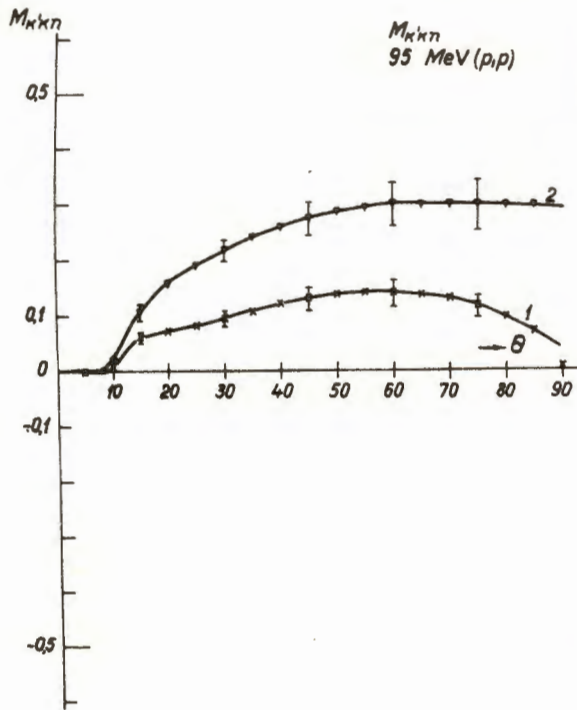


Рис. 61.

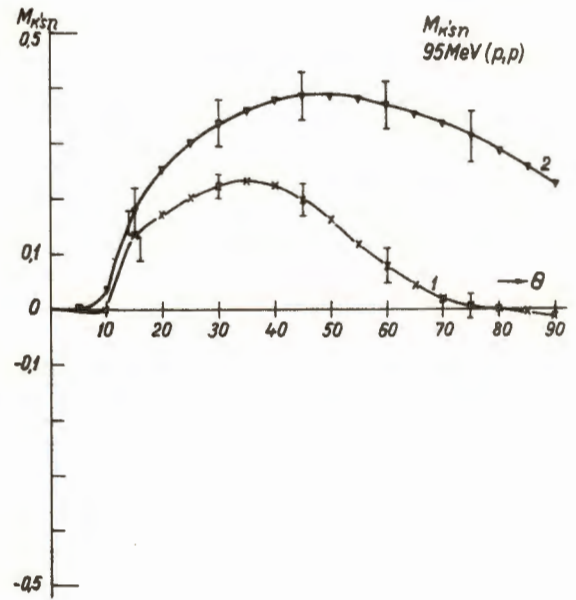


Рис. 62.

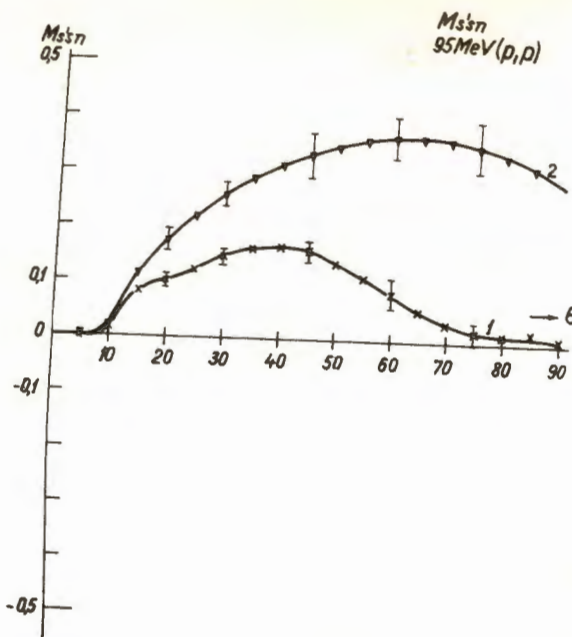


Рис. 63.

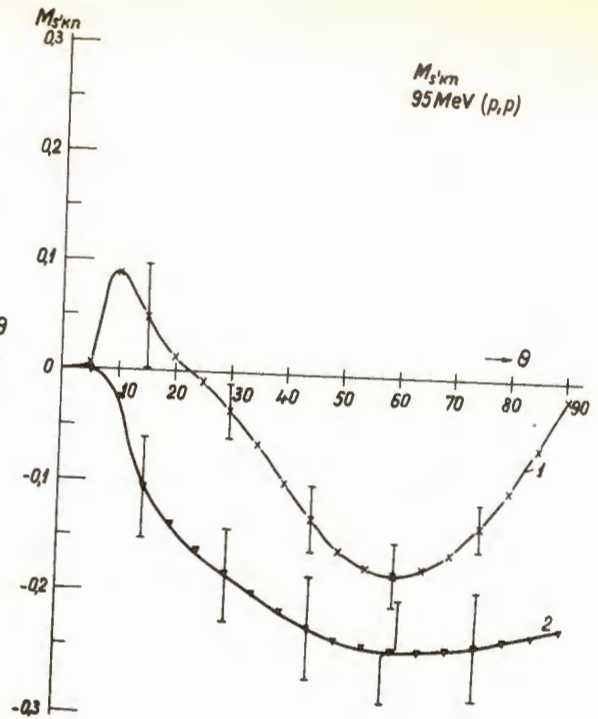


Рис. 64.

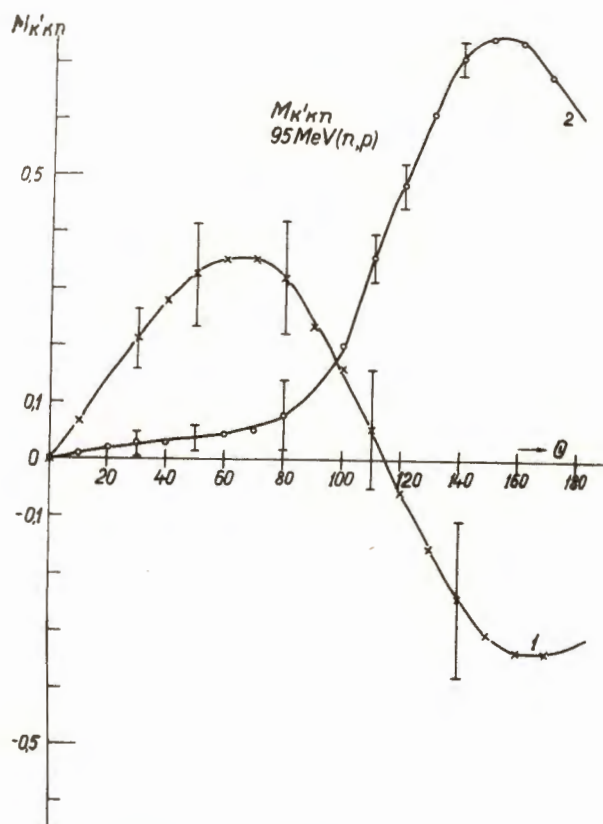


Рис. 85.

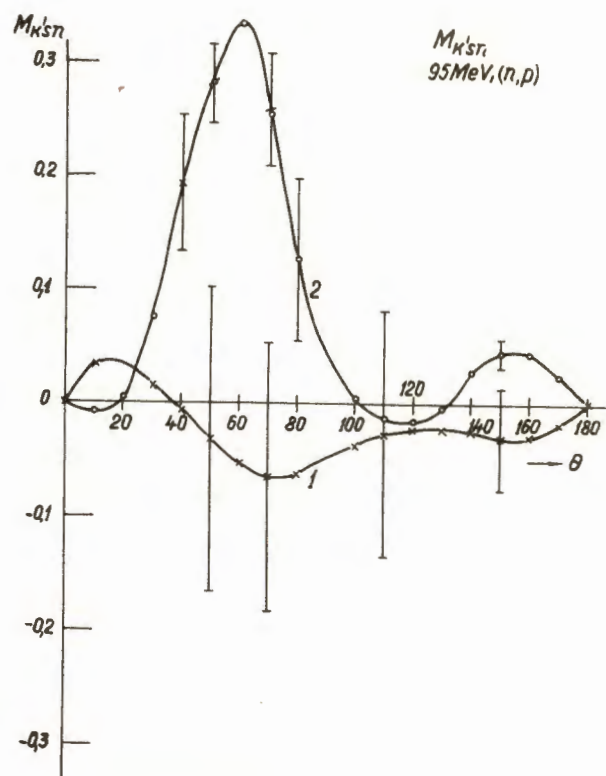


Рис. 86.

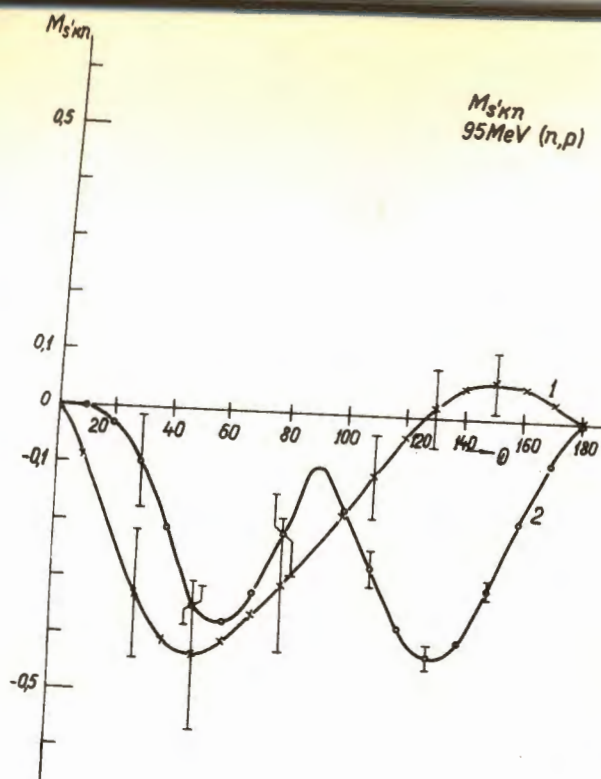


Рис. 87.

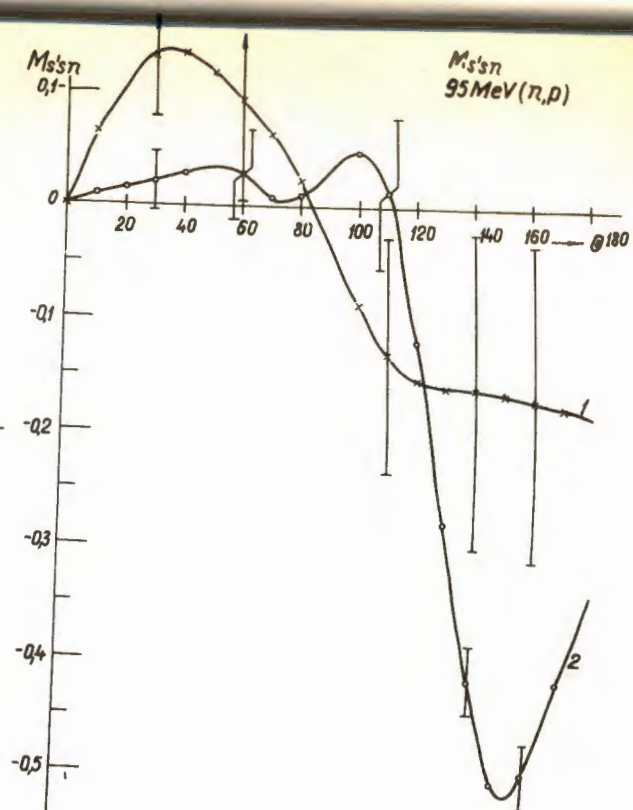


Рис. 88.

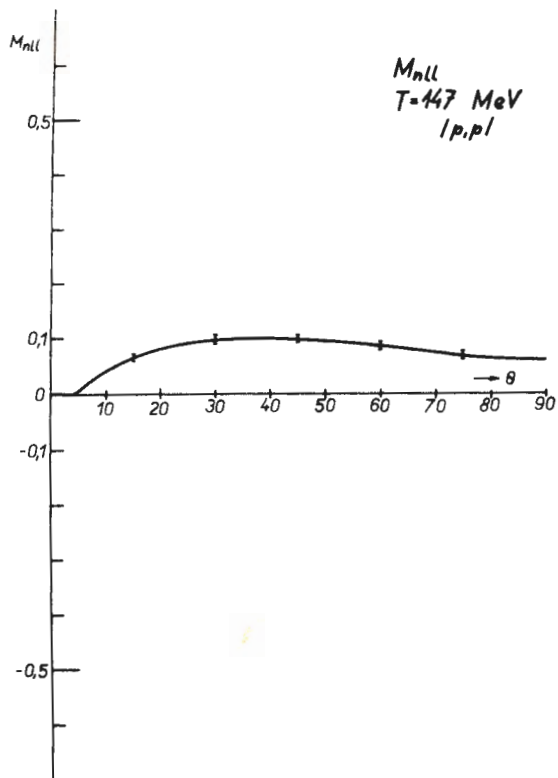


Рис. 69.

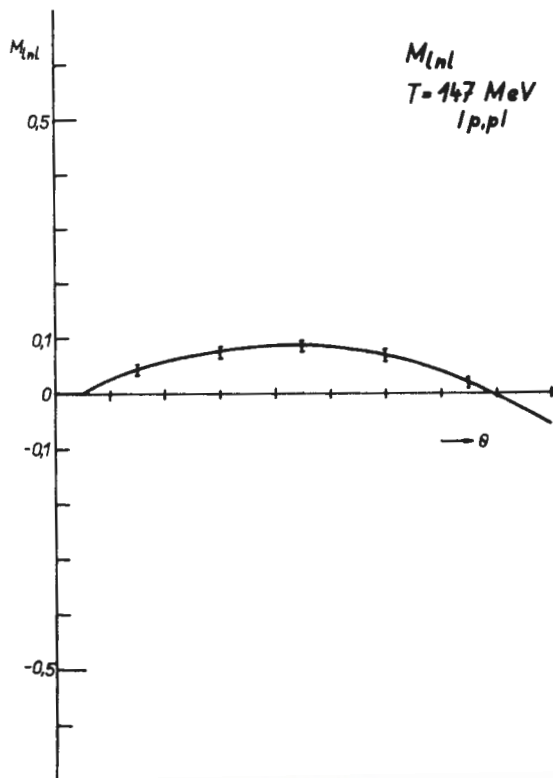


Рис. 70.

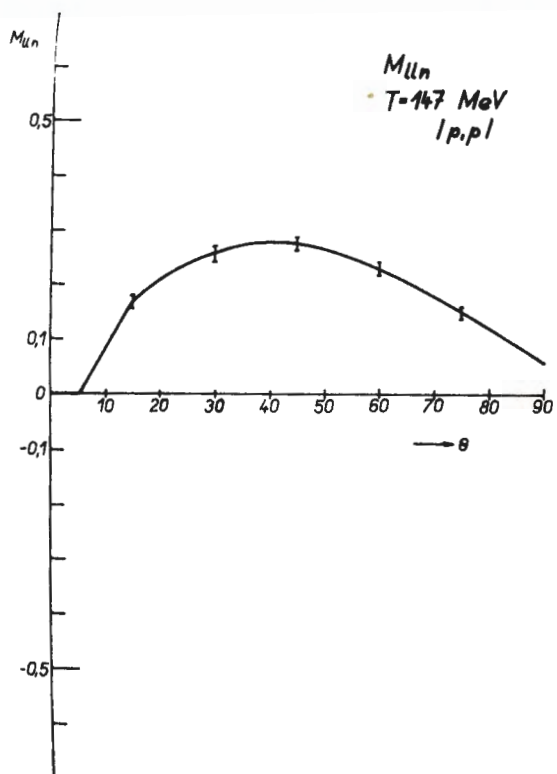


Рис. 71.

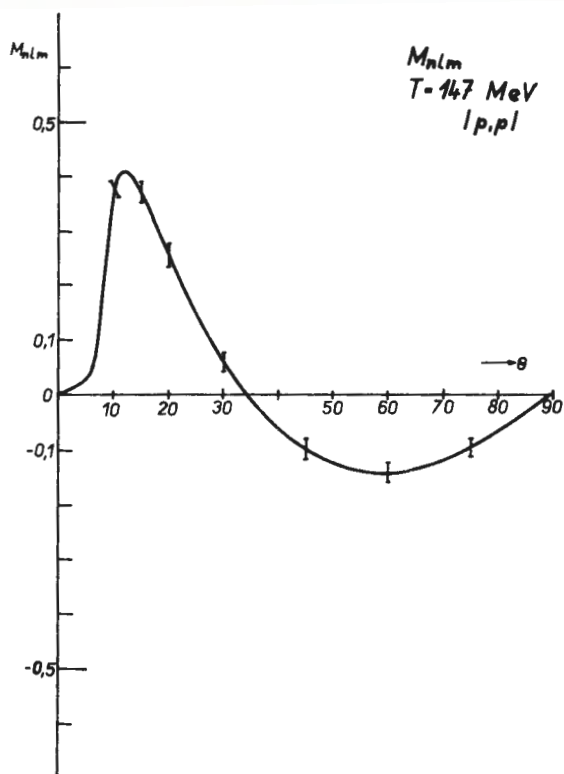


Рис. 72.

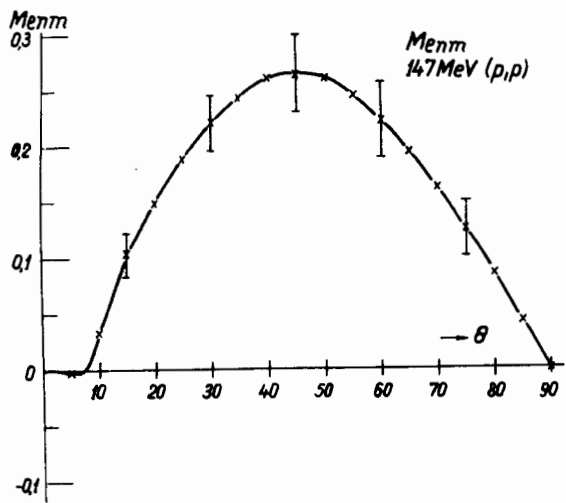


Рис. 73.

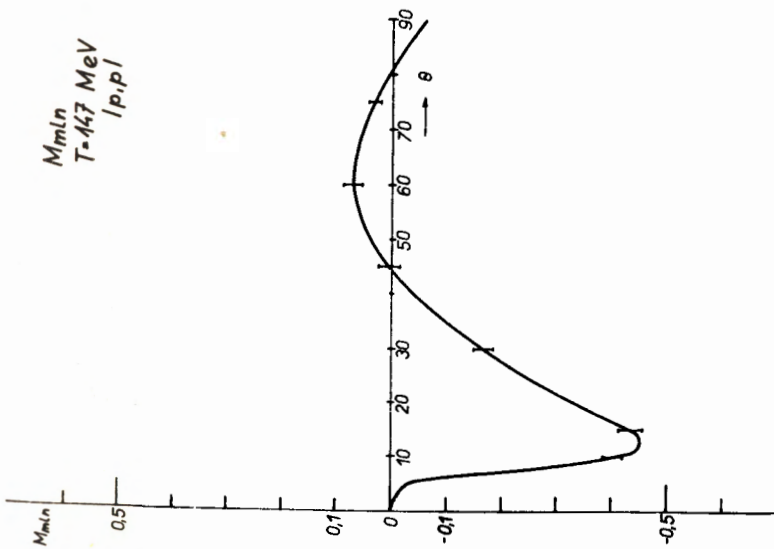


Рис. 74.

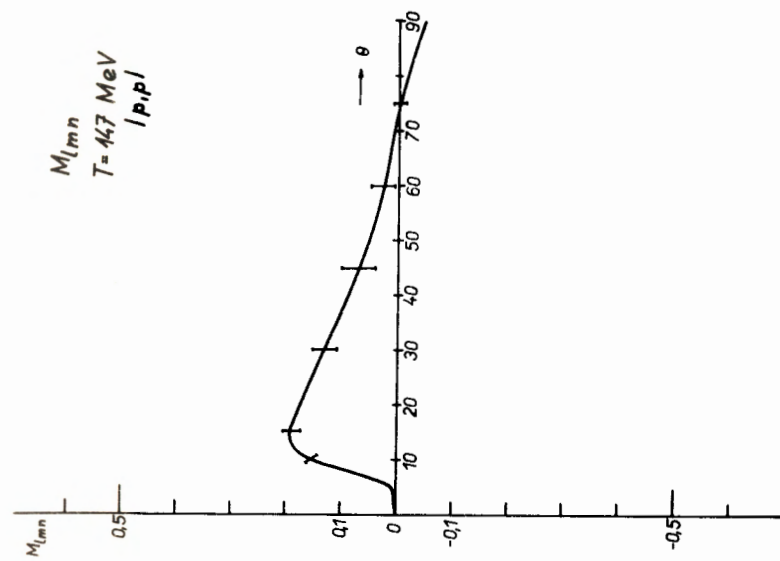


Рис. 75.

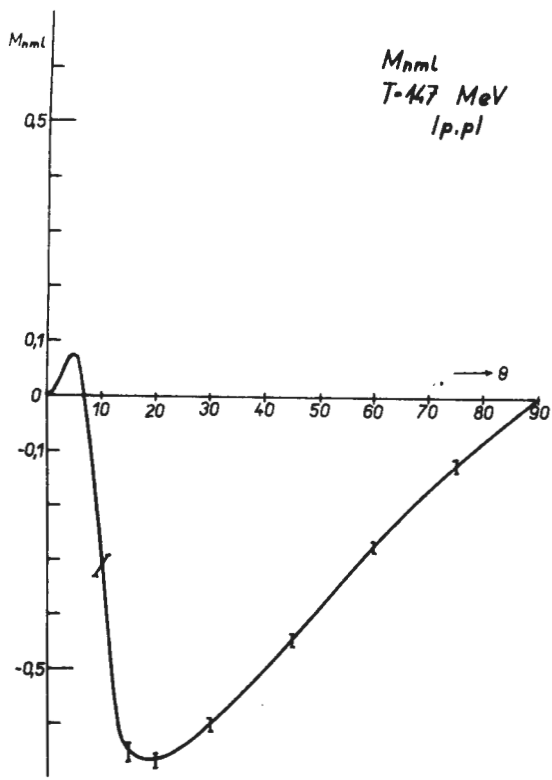


Рис. 76.

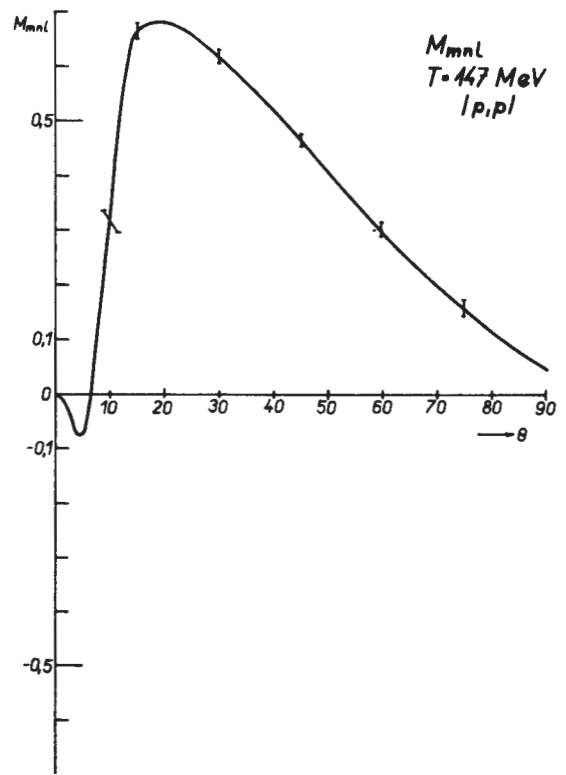


Рис. 77.

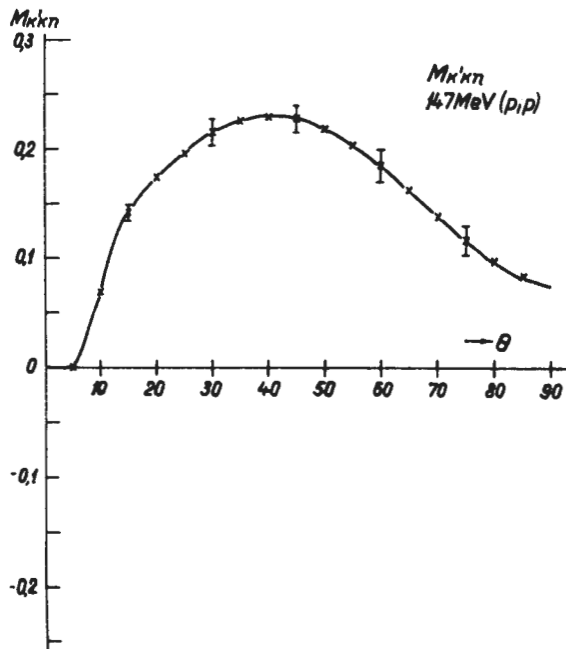


Рис. 78.

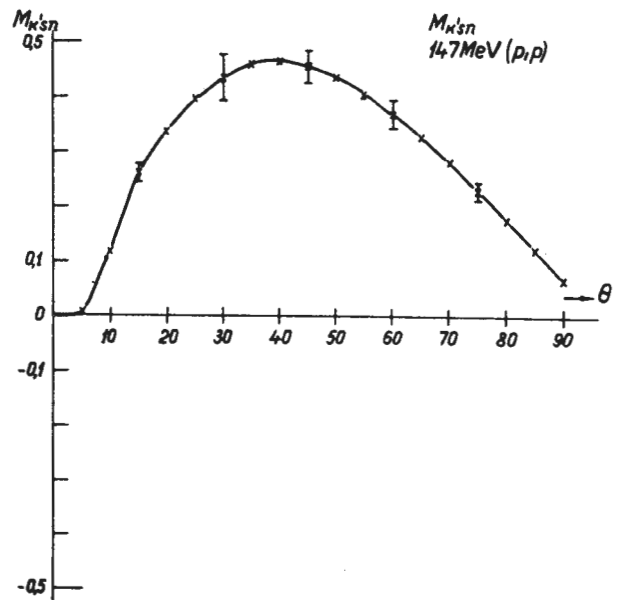


Рис. 79.

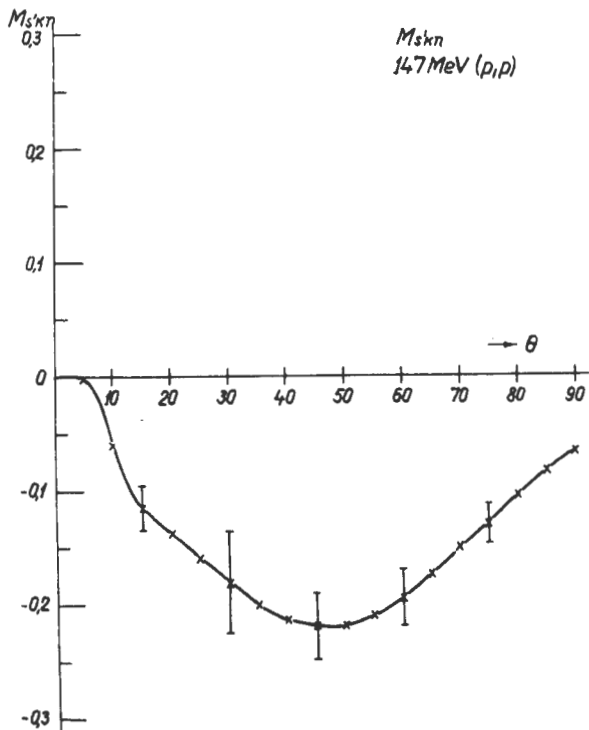


Рис. 80.

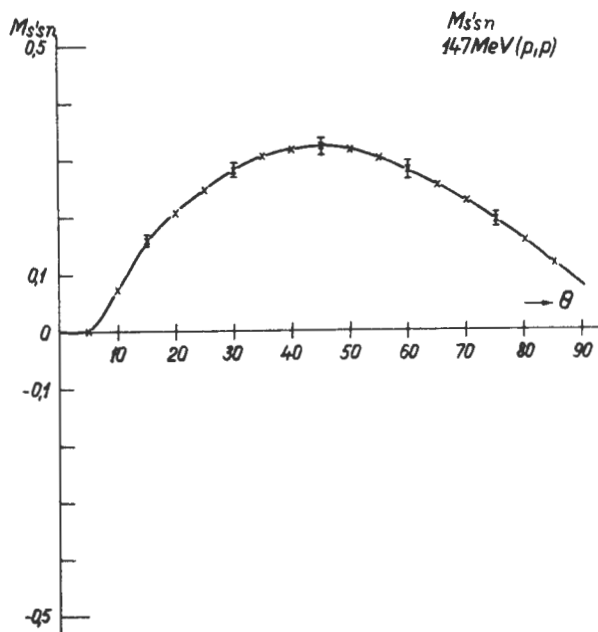


Рис. 81.

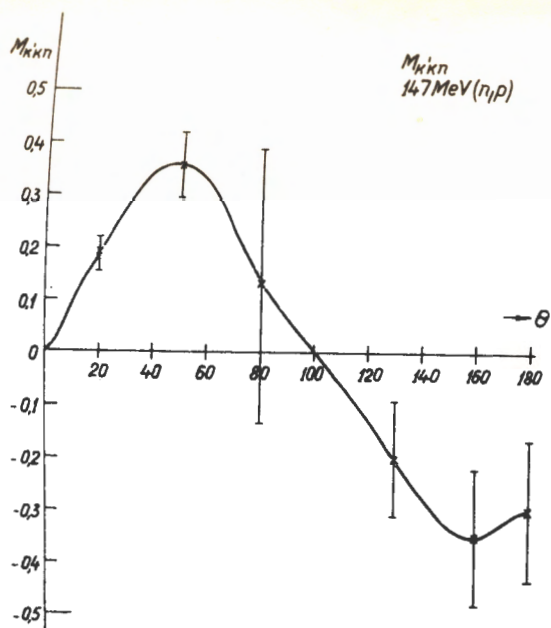


Рис. 82.

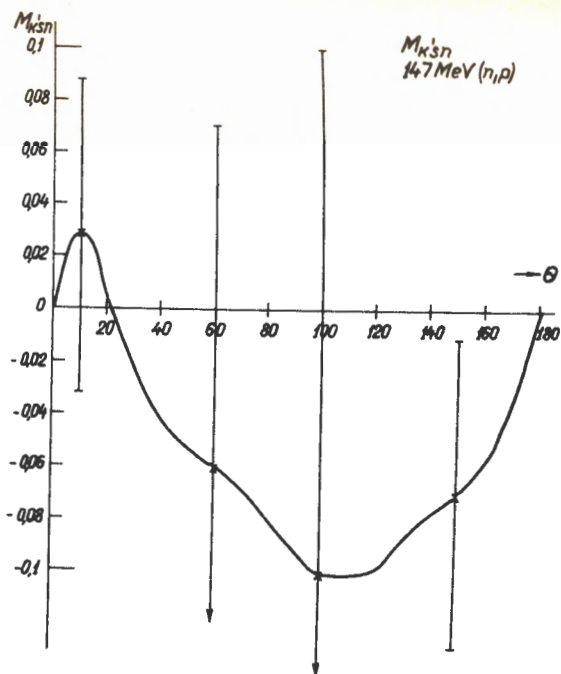


Рис. 83.

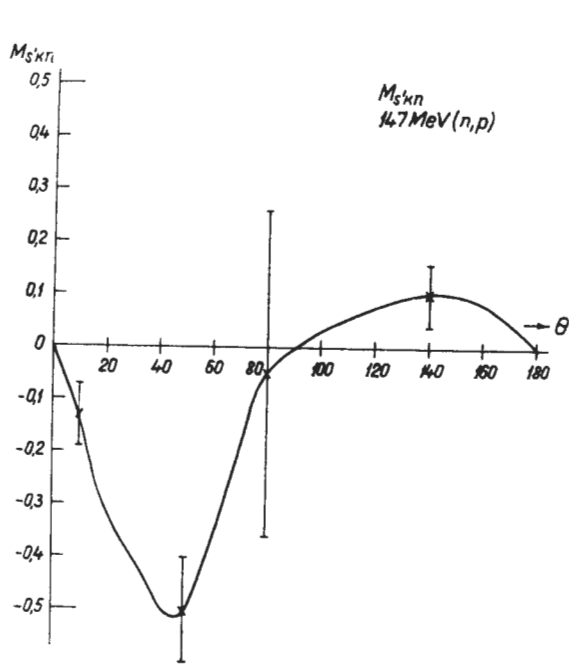


Рис. 84.

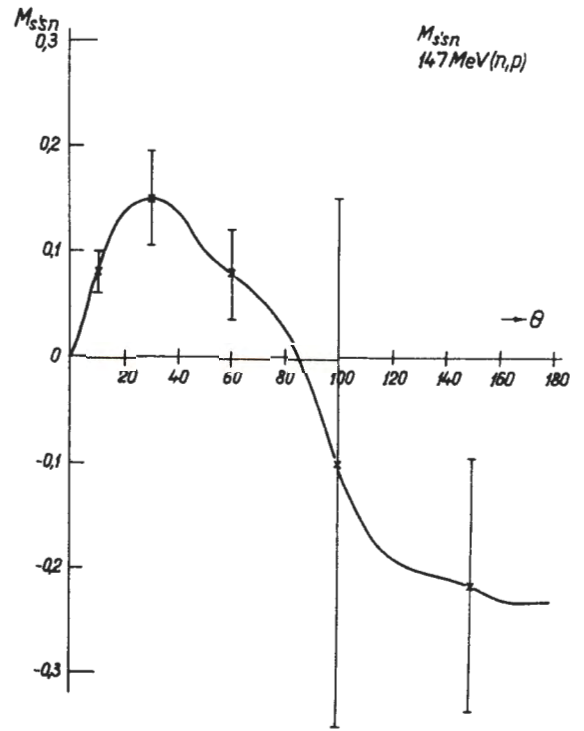


Рис. 85.

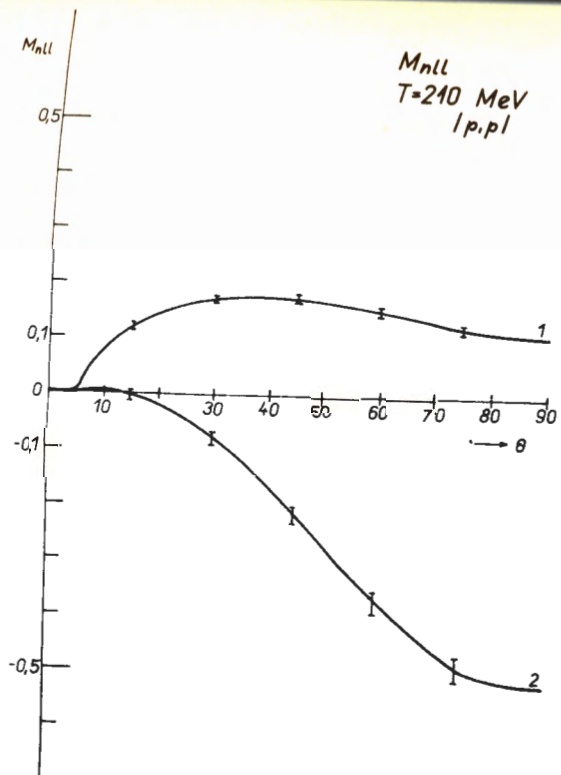


Рис. 86.

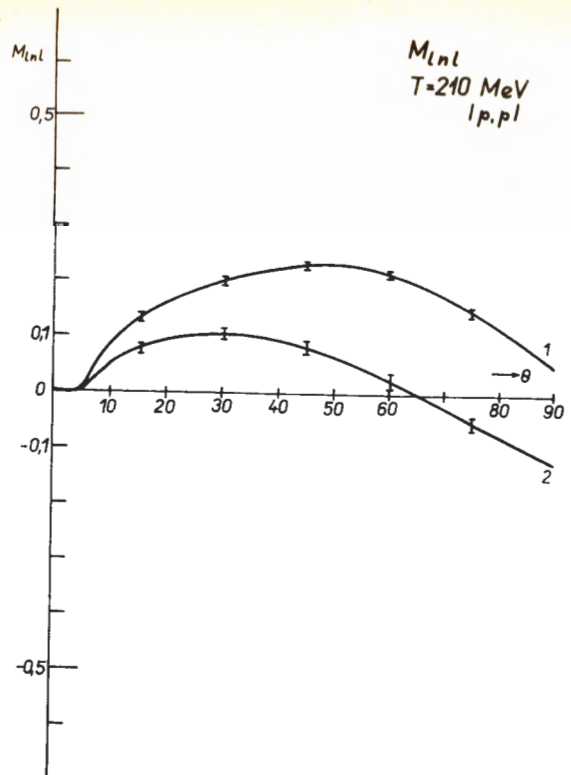


Рис. 87.



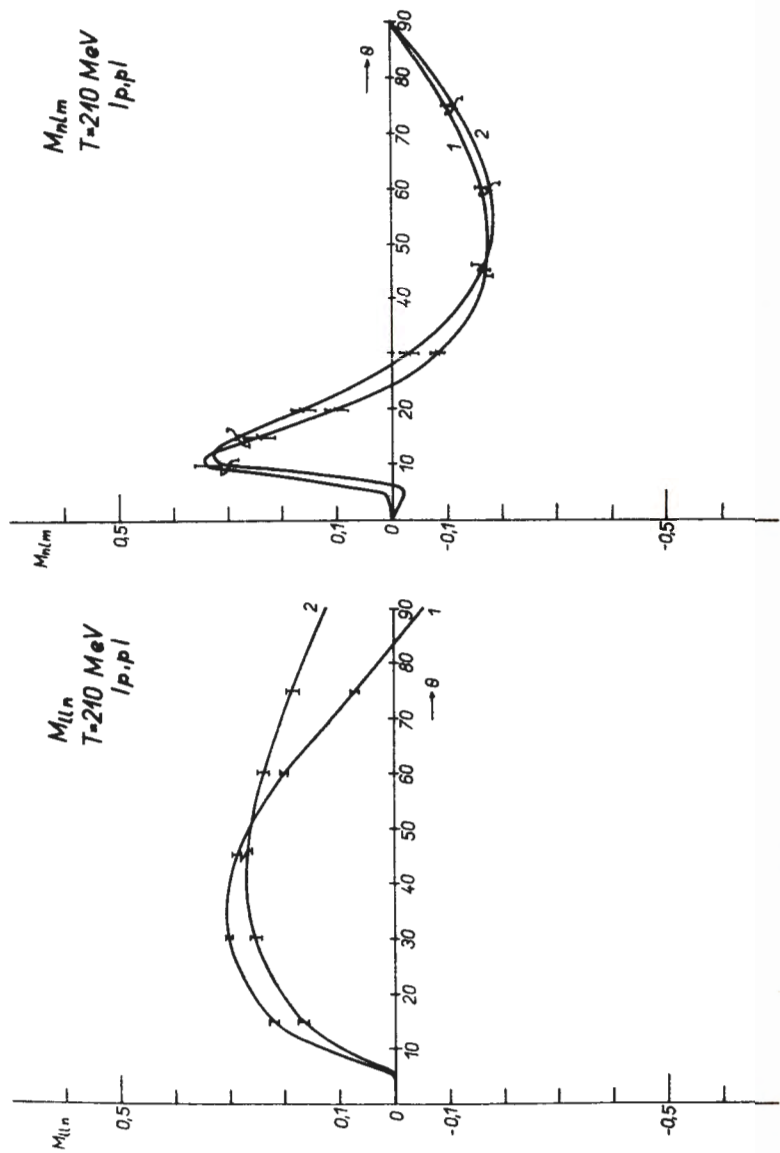


Рис. 88.

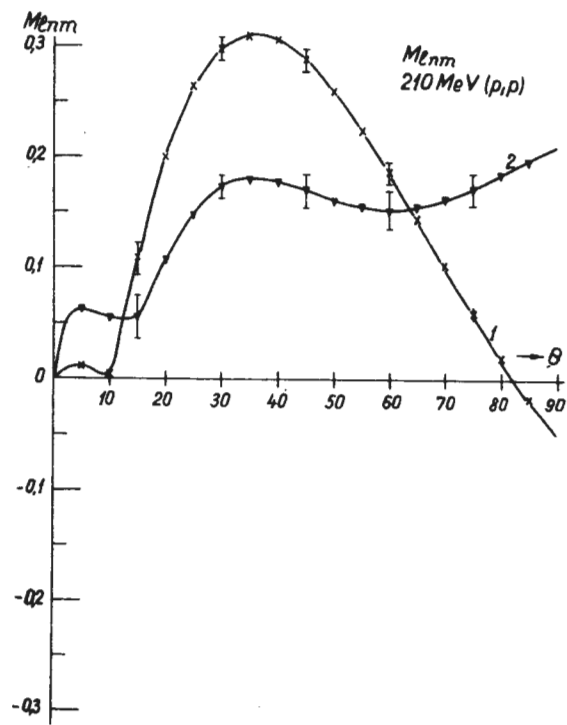


Рис. 89.

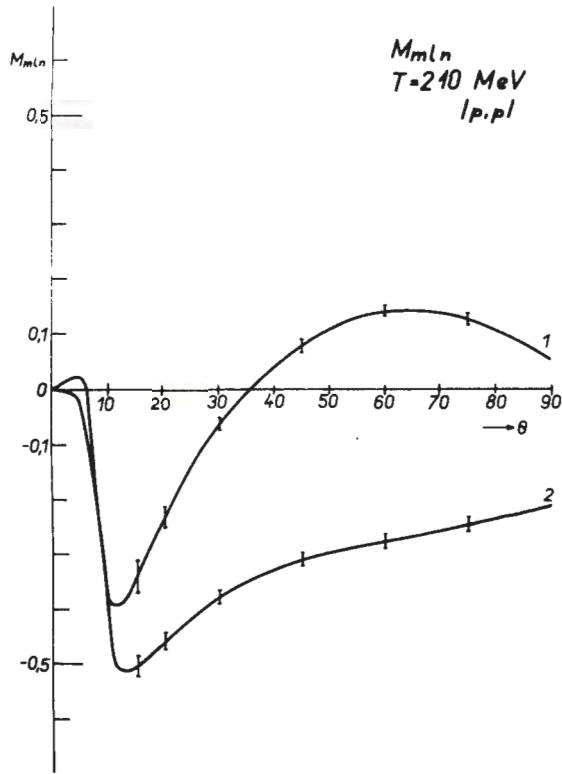


Рис. 91.

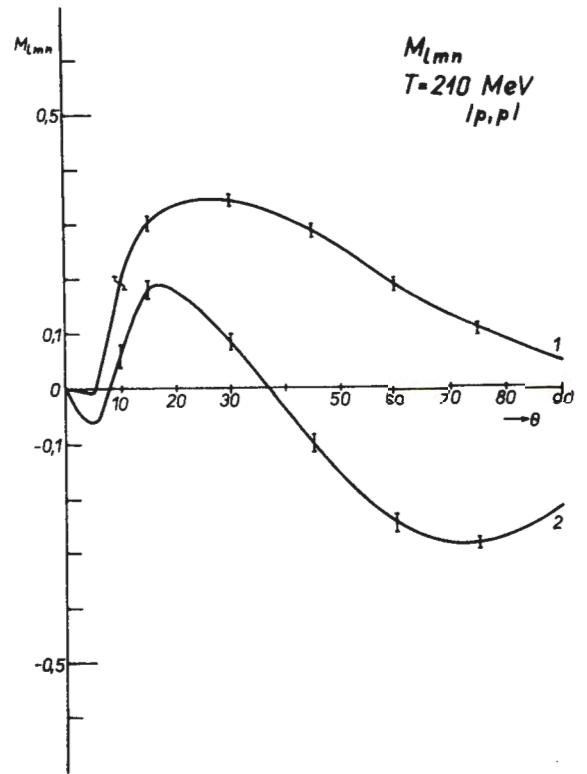


Рис. 92.

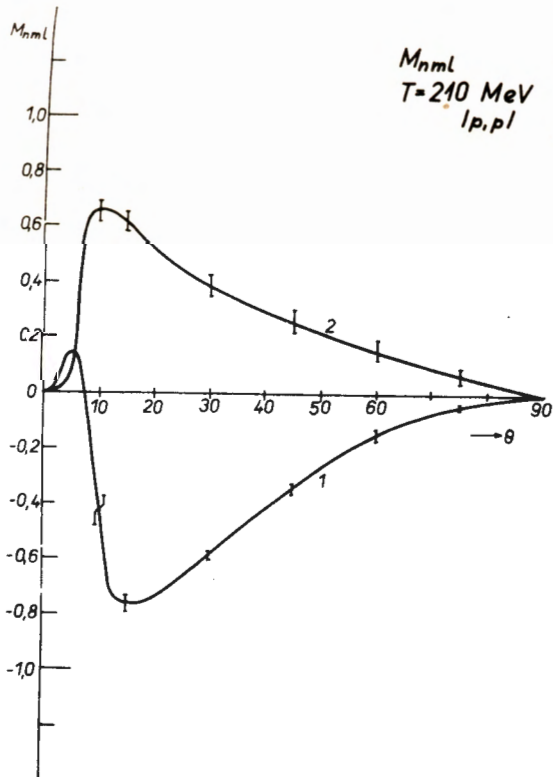


Рис. 93.

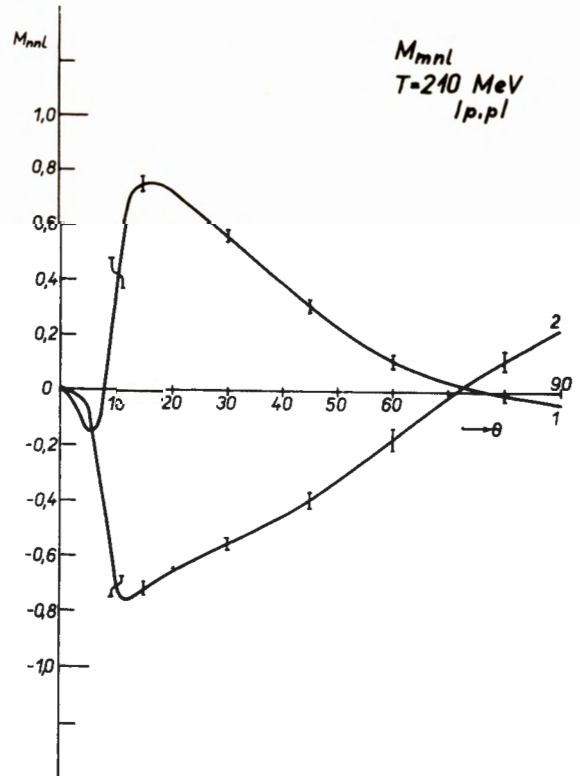


Рис. 94.

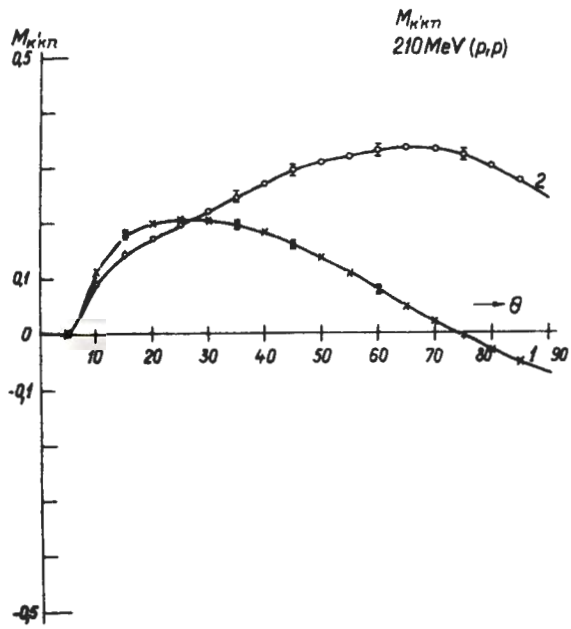


Рис. 95.

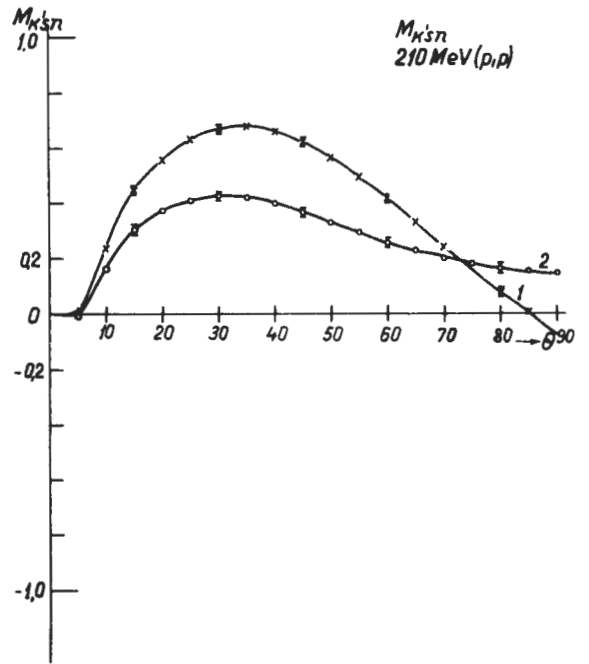


Рис. 96.

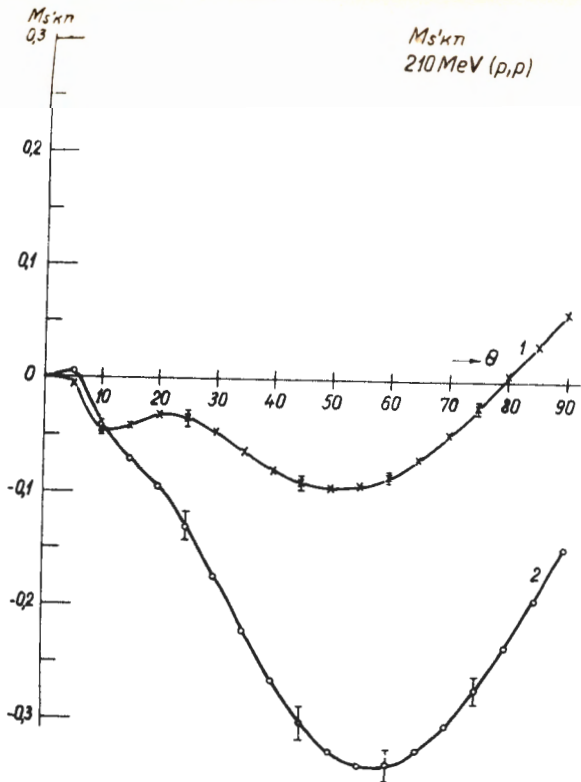


Рис. 97.

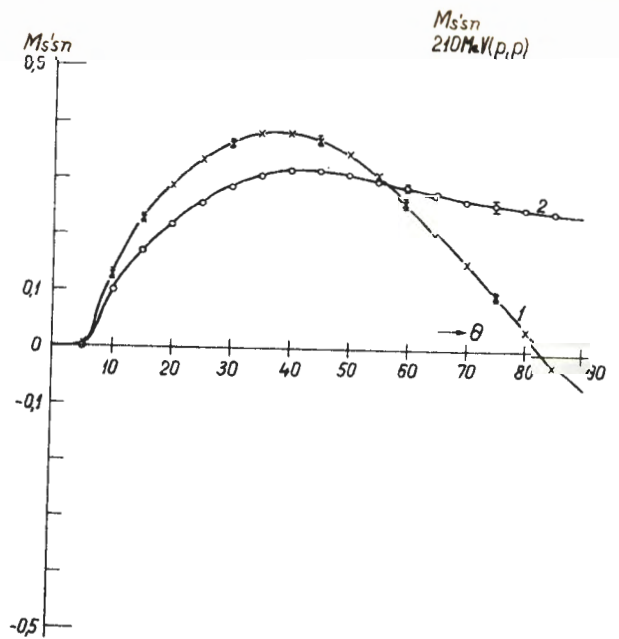


Рис. 98.

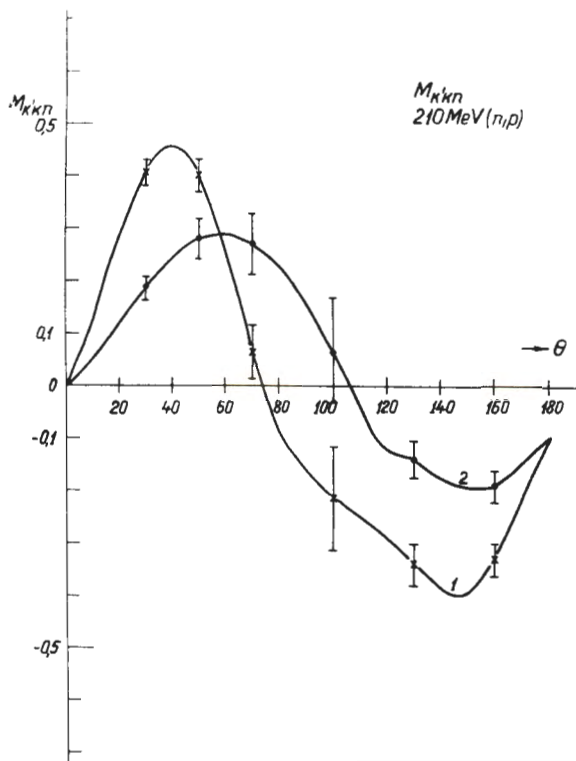


Рис. 99.

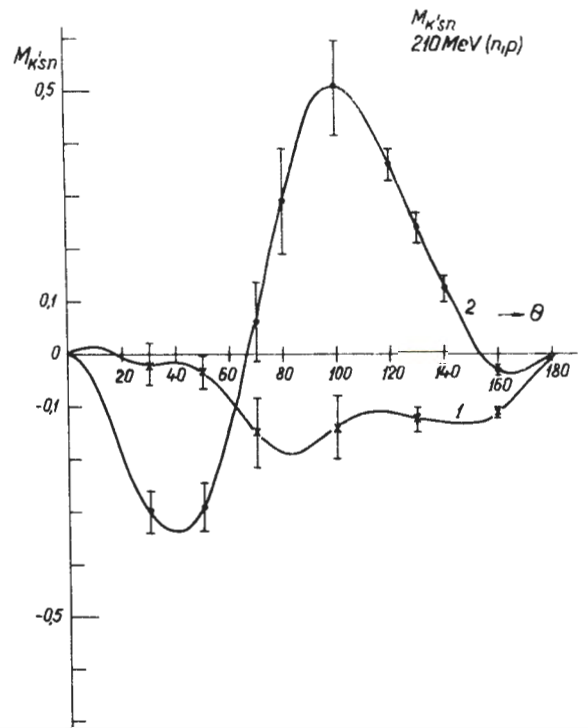


Рис. 100.

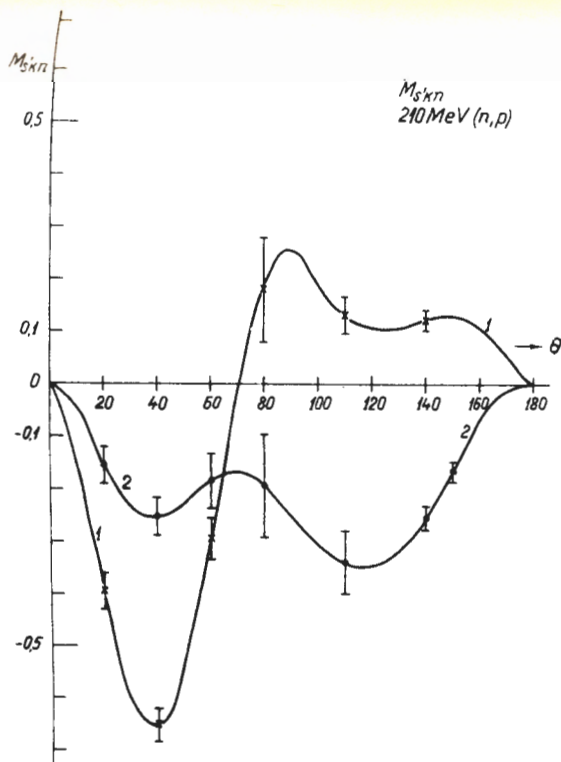


Рис. 101.

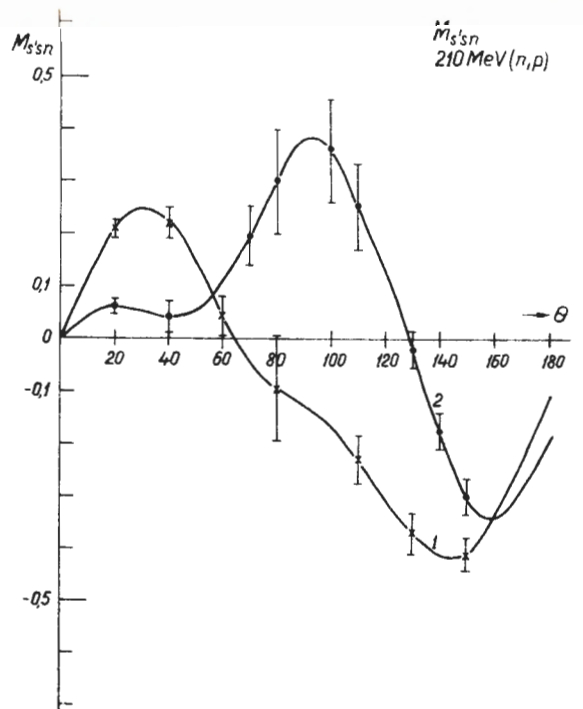


Рис. 102.

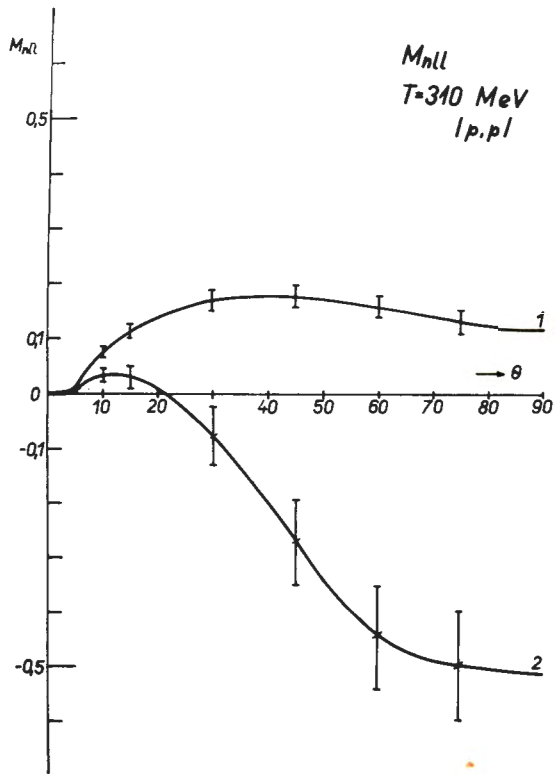


Рис. 103.

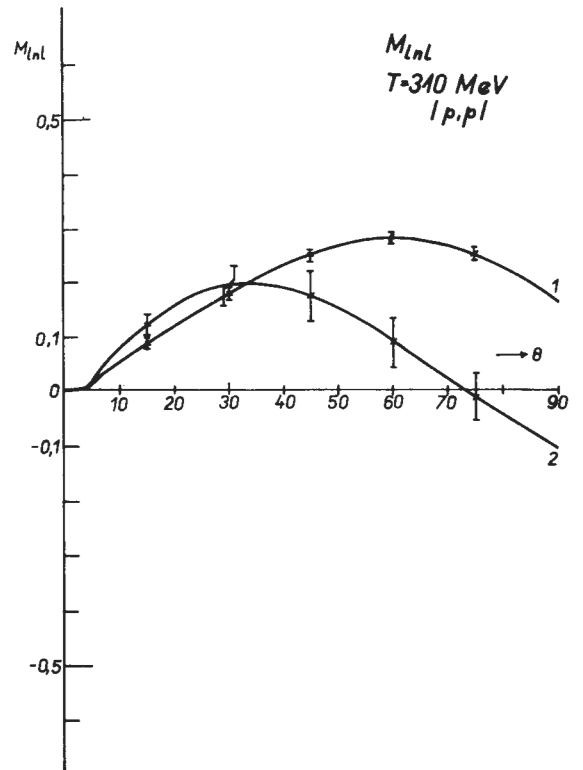


Рис. 104.

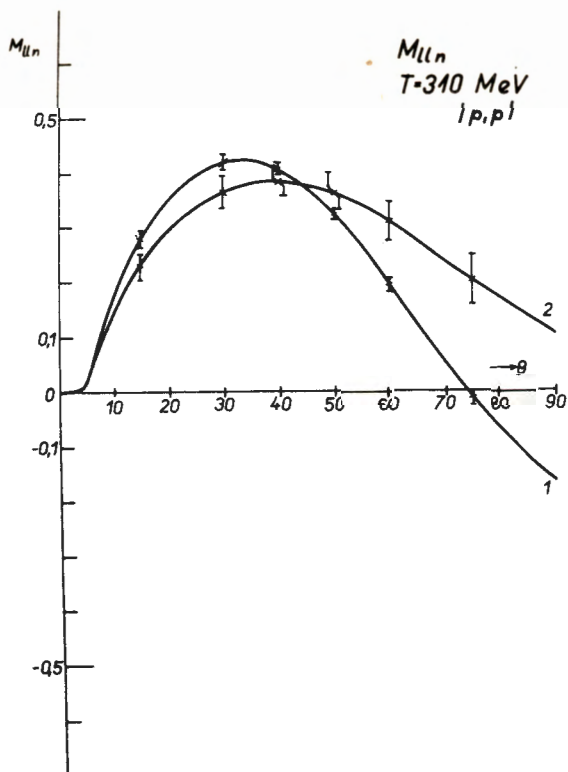


Рис. 105.

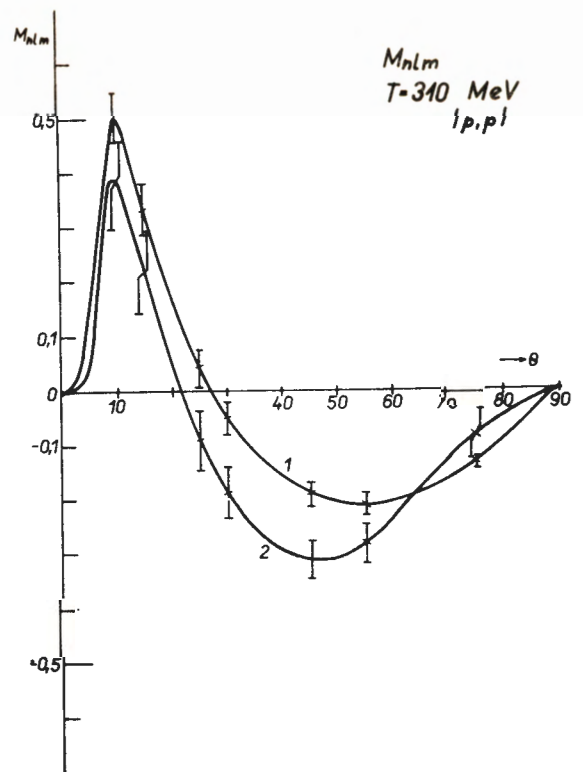


Рис. 106.

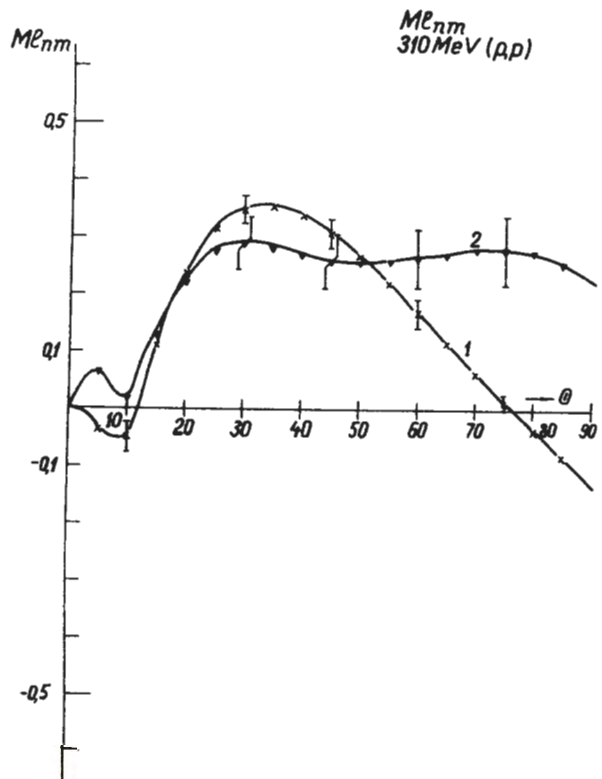


Рис. 107.

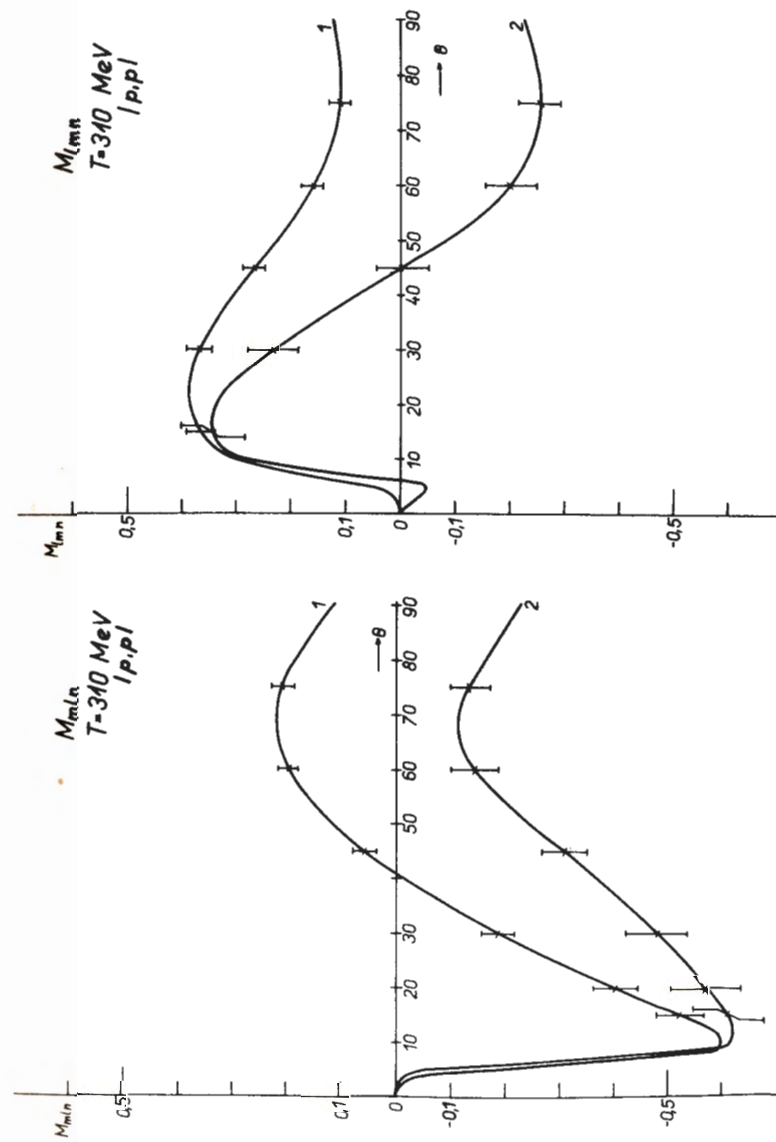


Рис. 108.

Рис. 109.

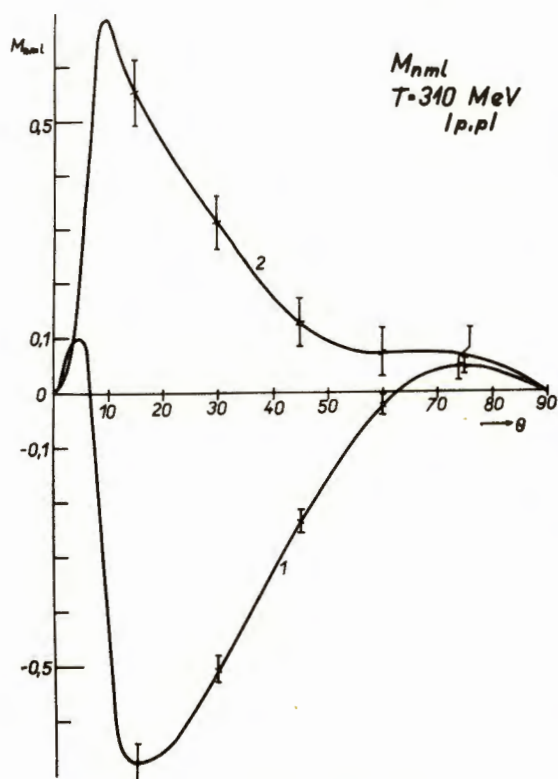


Рис. 110.

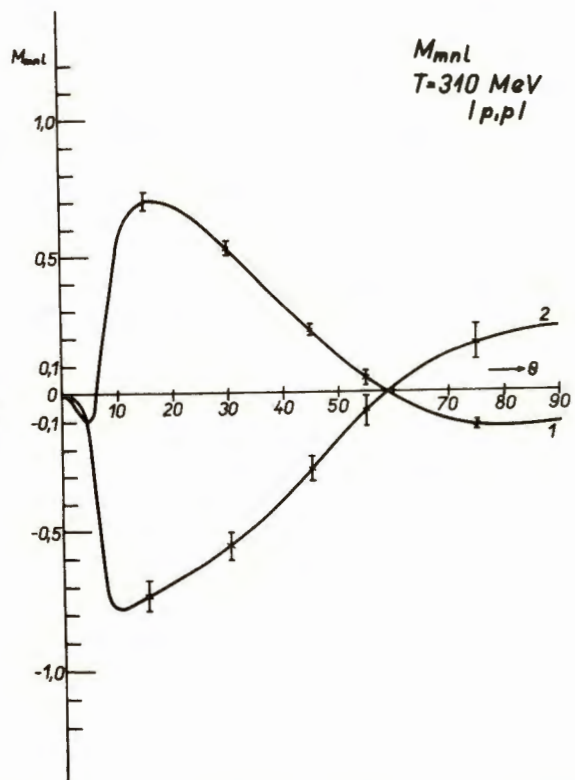


Рис. 111.

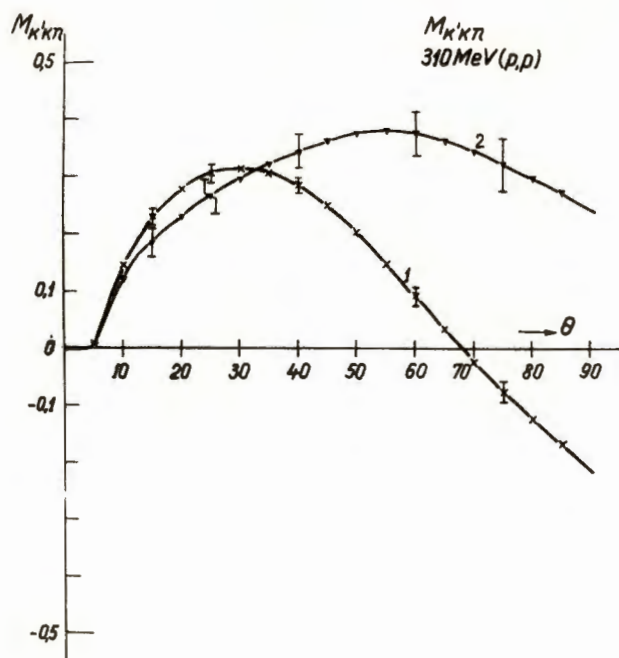


Рис. 112.

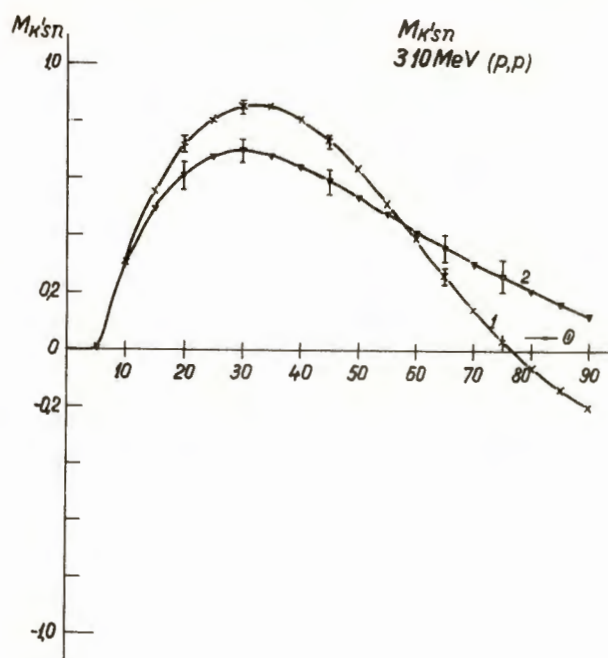


Рис. 113.

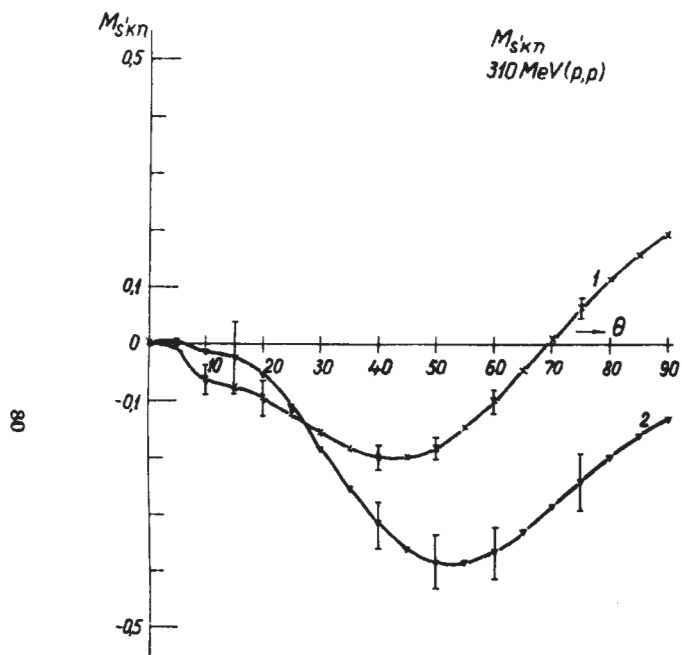


Рис. 114

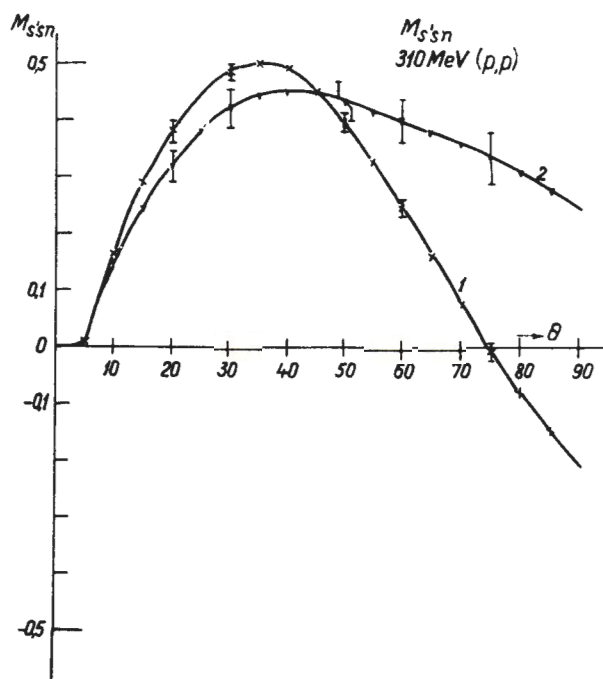


Рис. 115.

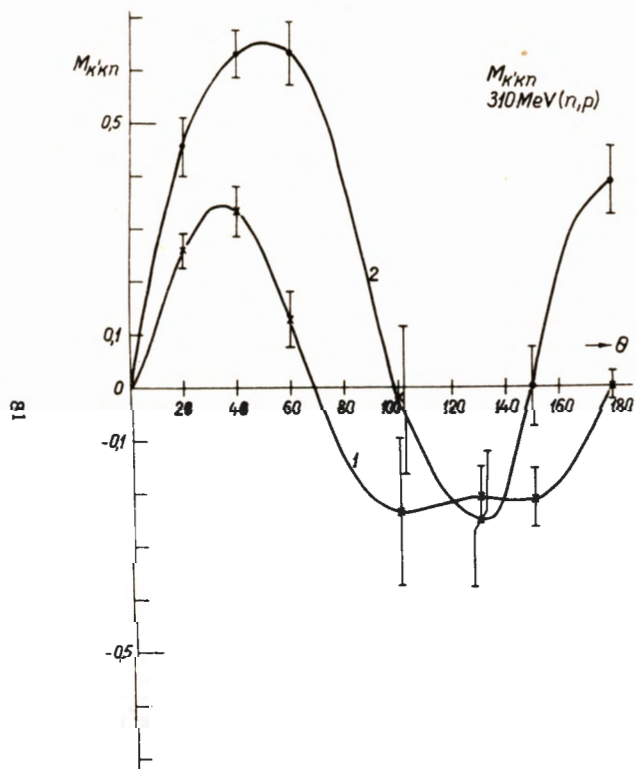


Рис. 116.

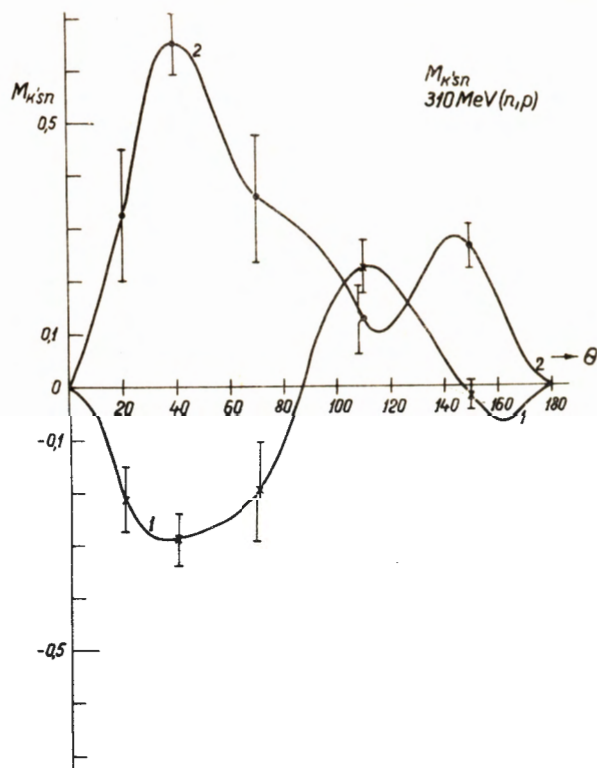


Рис.117.



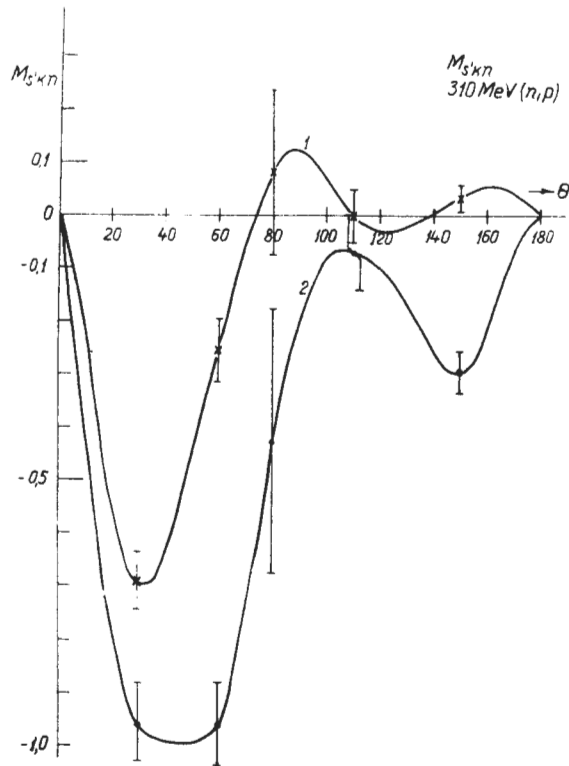


Рис. 118.

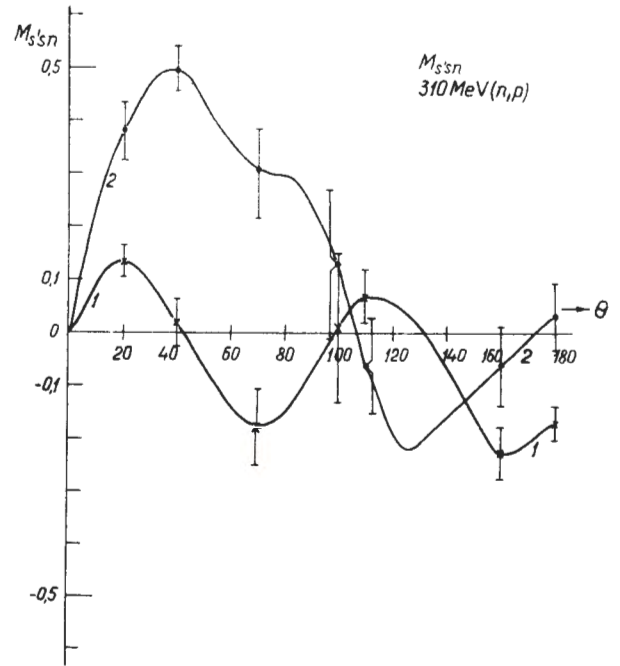


Рис. 119.

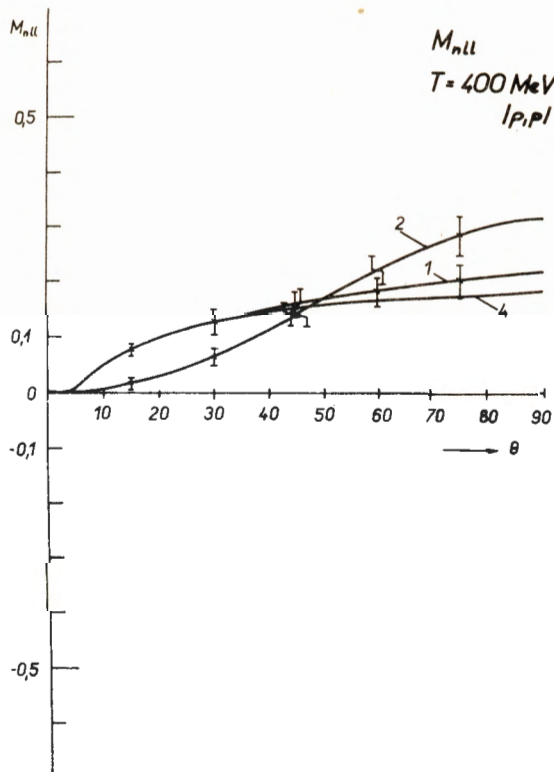


Рис. 120.

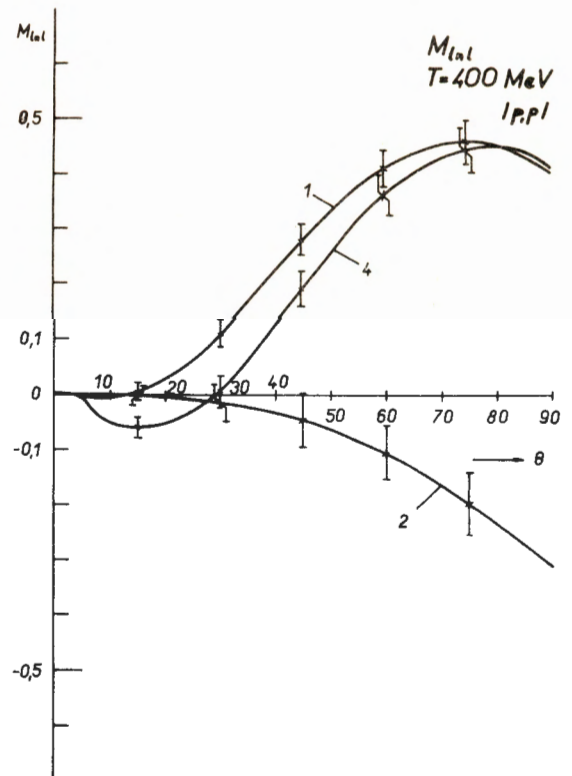


Рис. 121 .

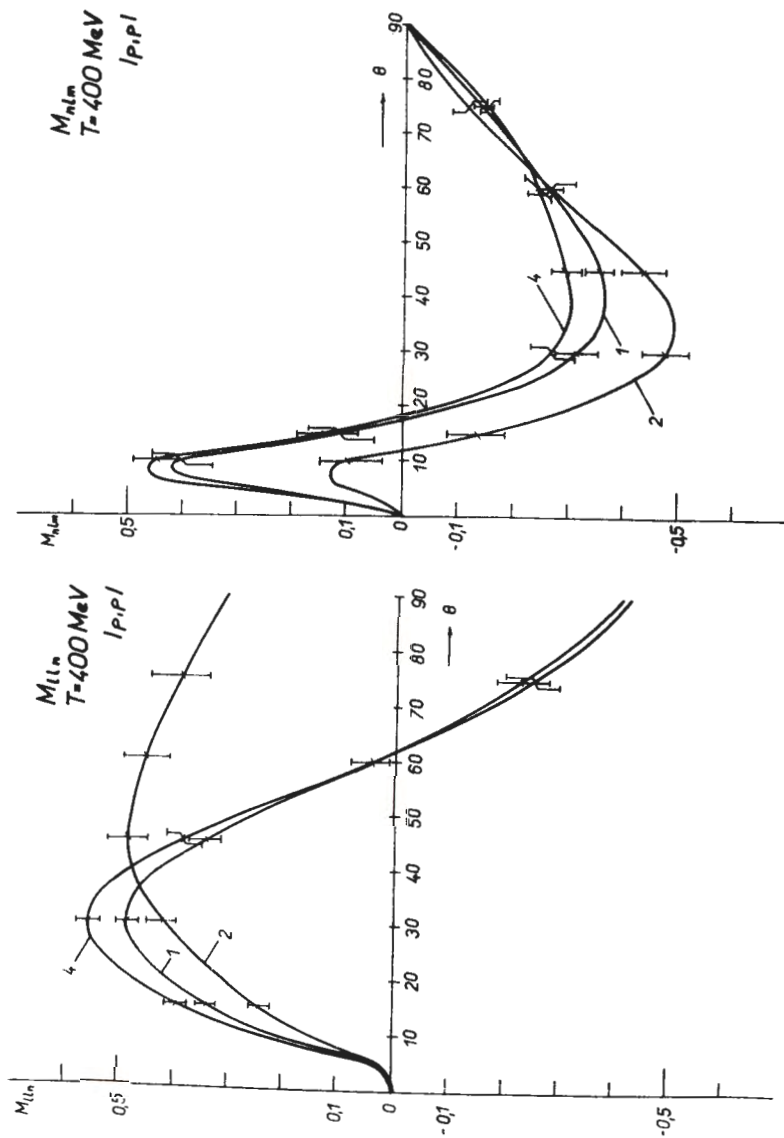


Рис. 122.

Рис. 123.

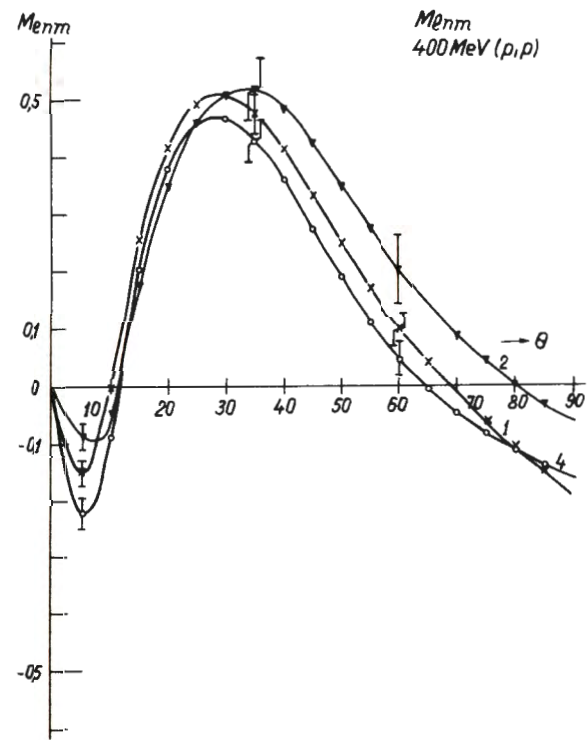


Рис. 124.

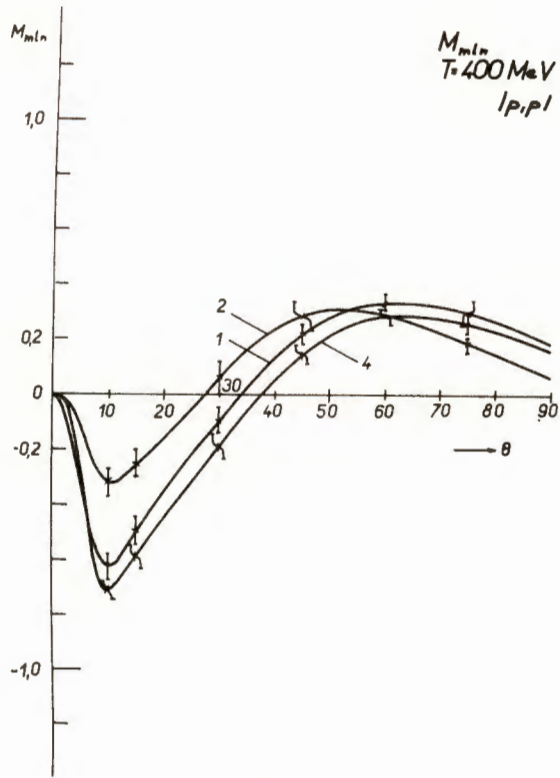


Рис. 125.

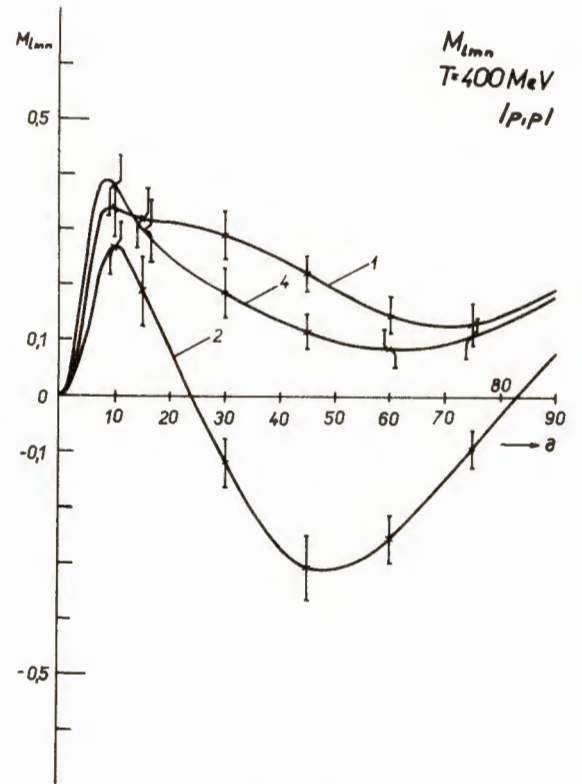


Рис. 126.

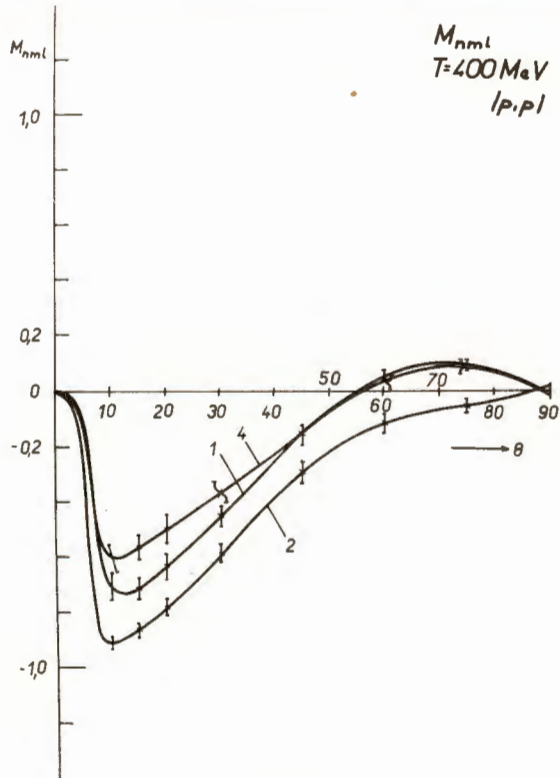


Рис. 127.

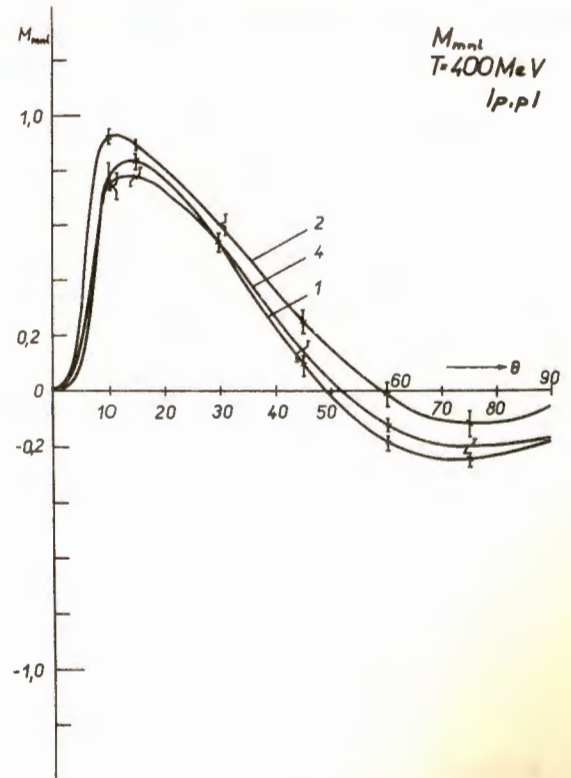


Рис. 128.

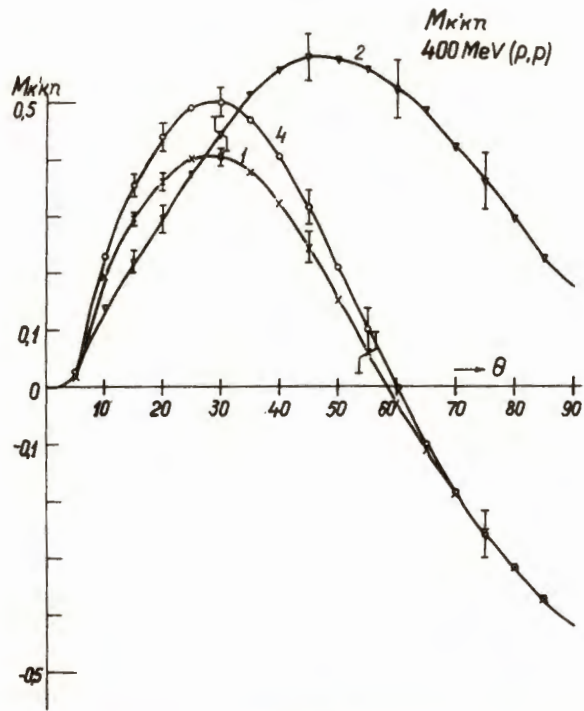


Рис. 129.

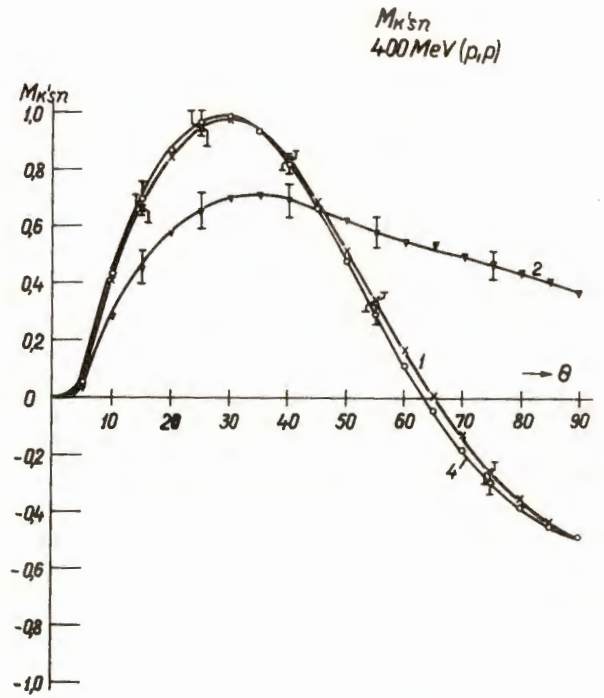


Рис. 130.

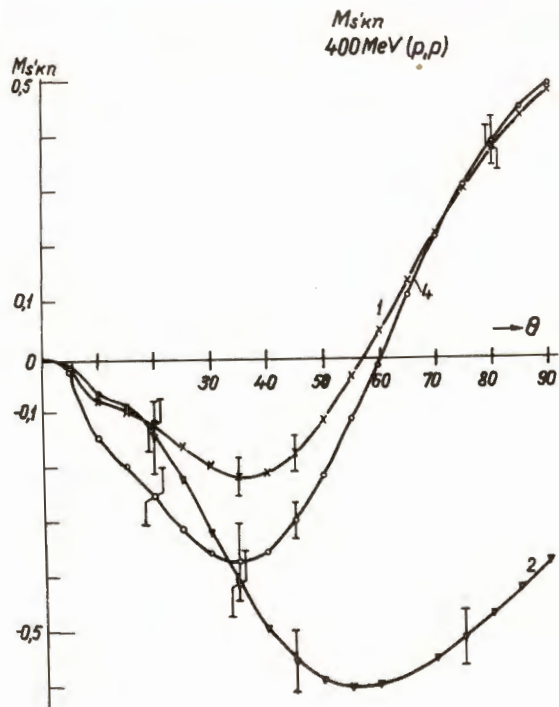


Рис. 131.

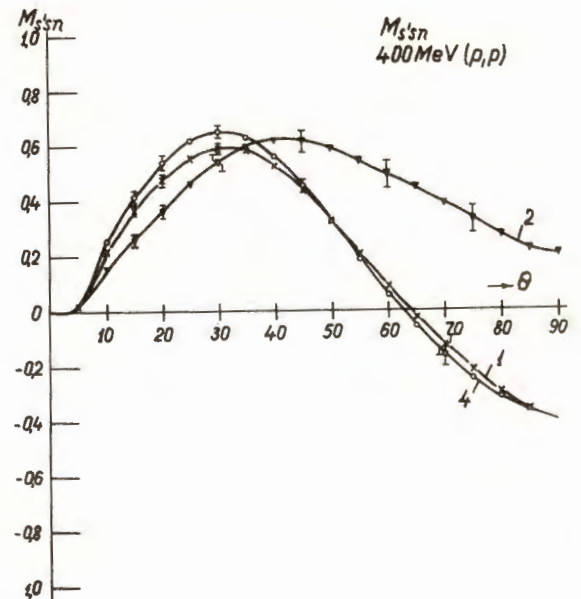


Рис. 132.

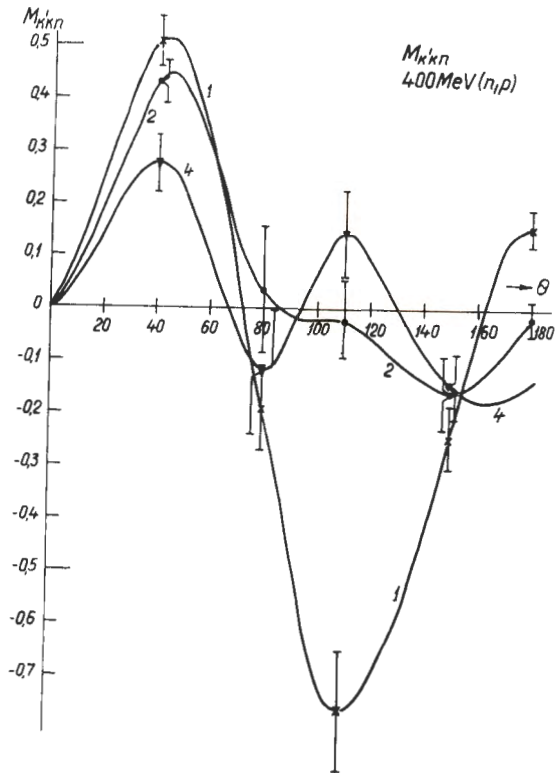


Рис. 133.

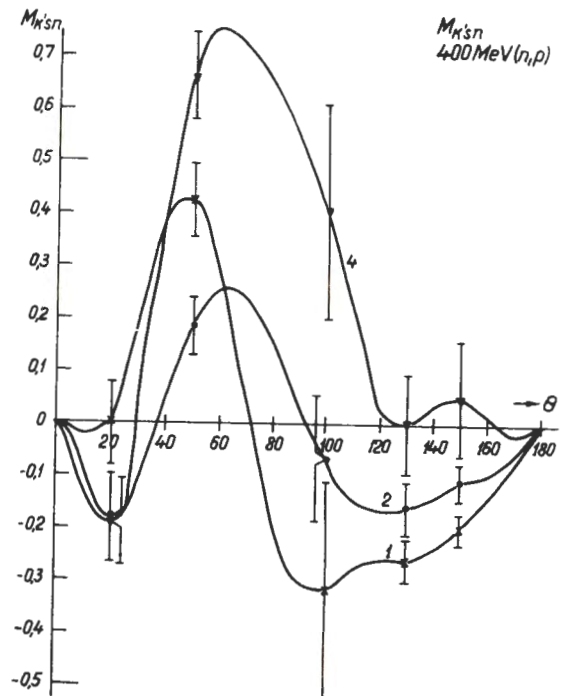


Рис. 134.

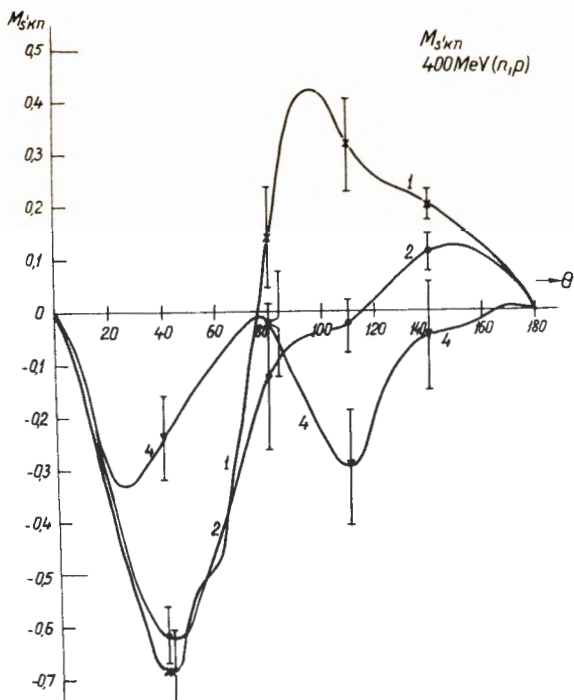


Рис. 135.

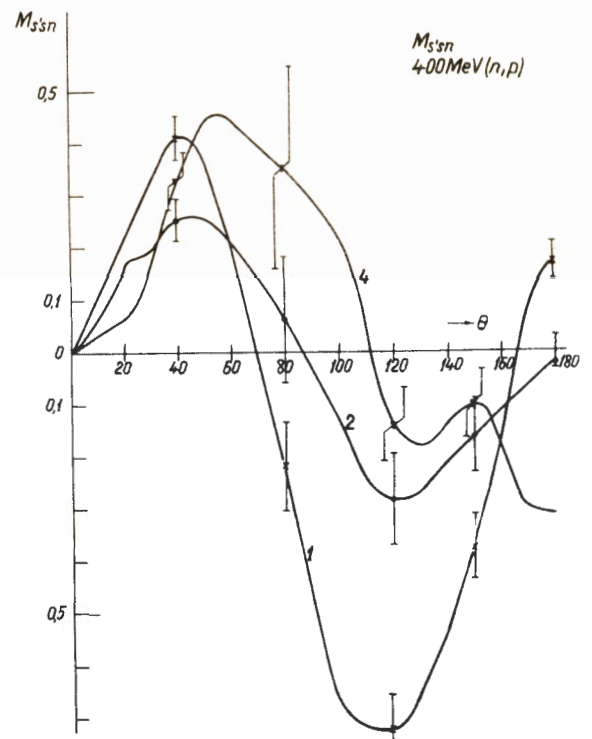


Рис. 136.

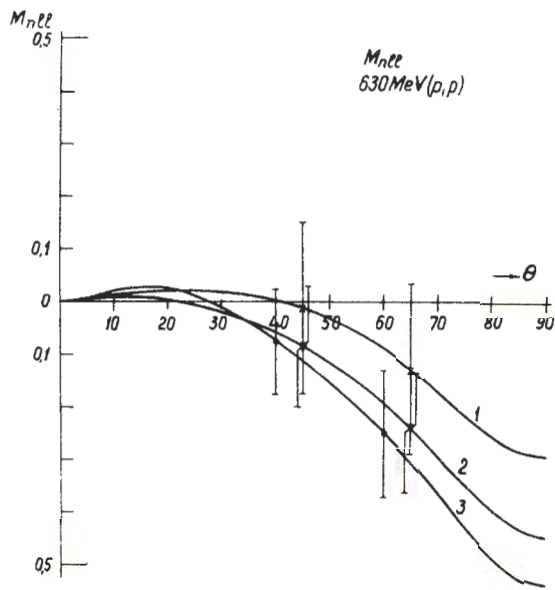


Рис. 137.

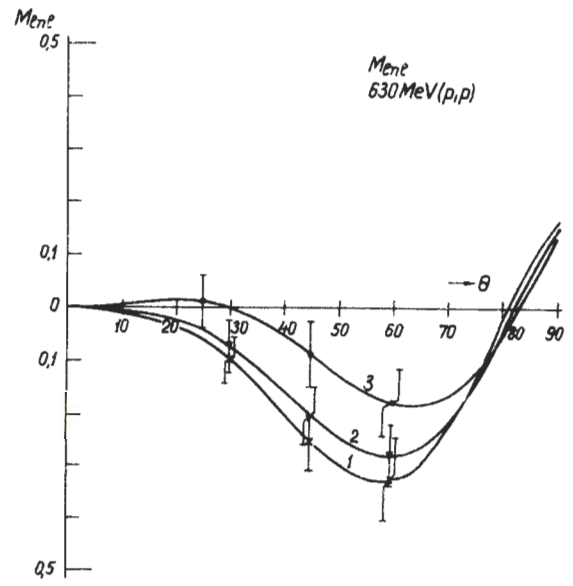


Рис. 138.

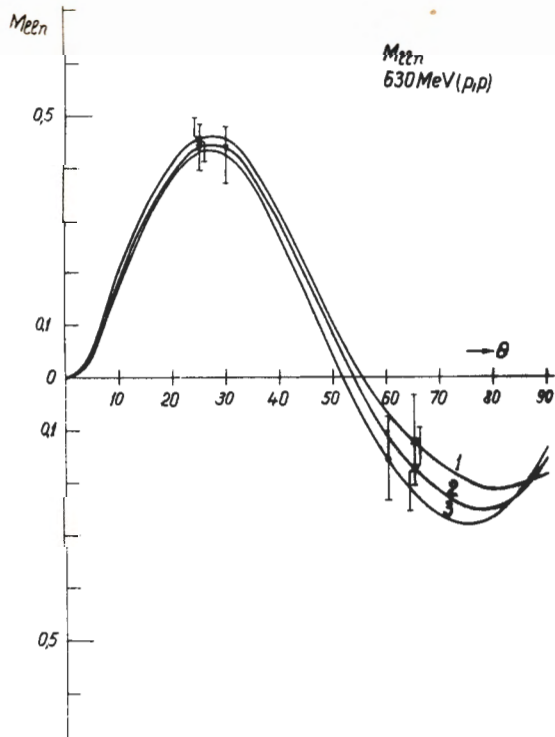


Рис. 139.

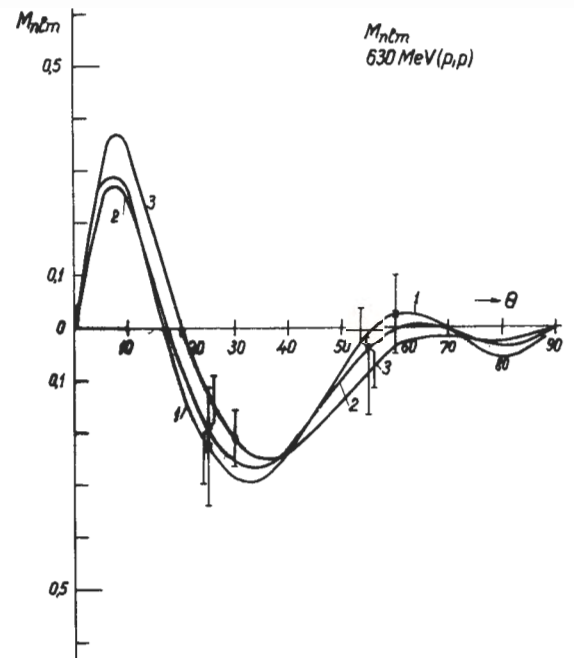


Рис. 140.

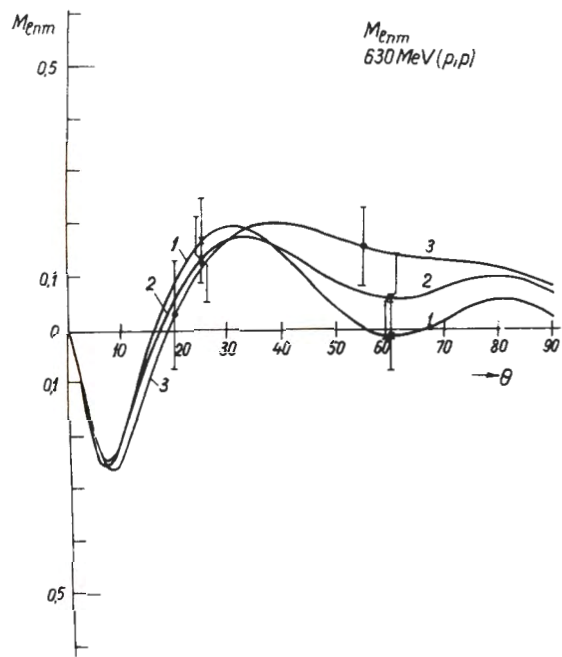


Рис. 141.

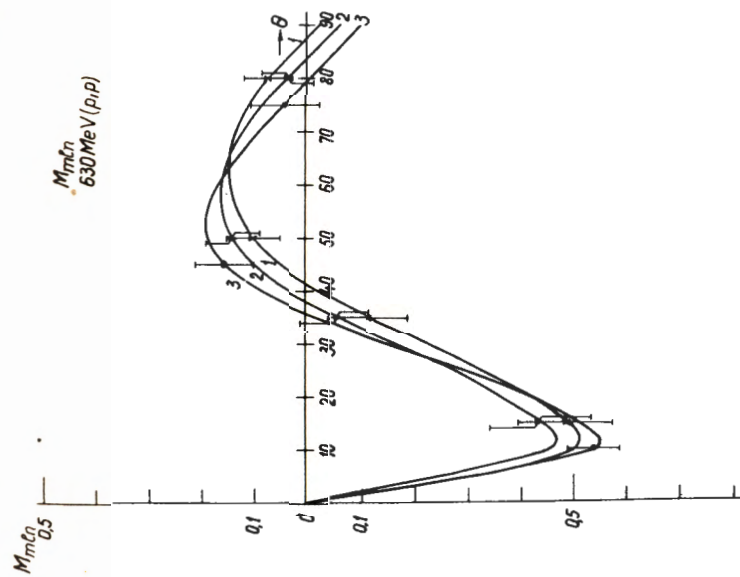


Рис. 142.

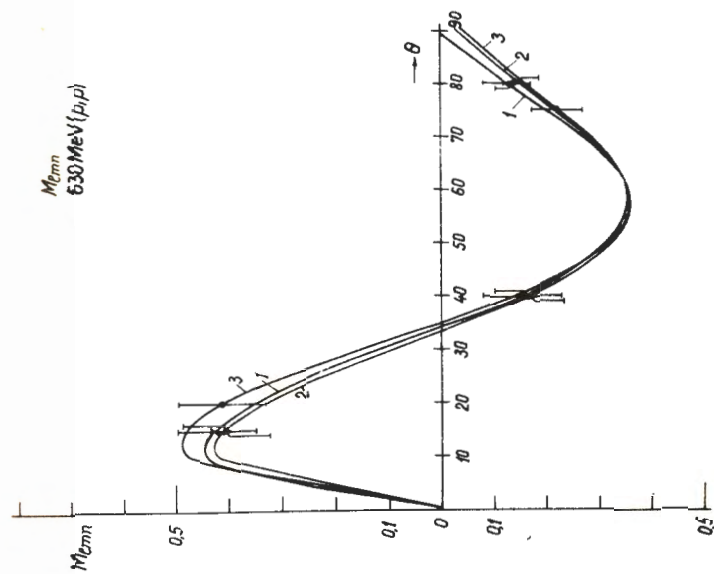


Рис. 143.

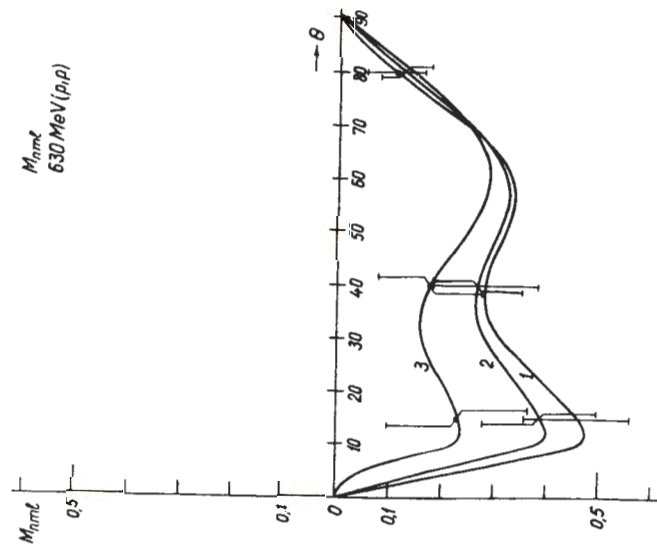
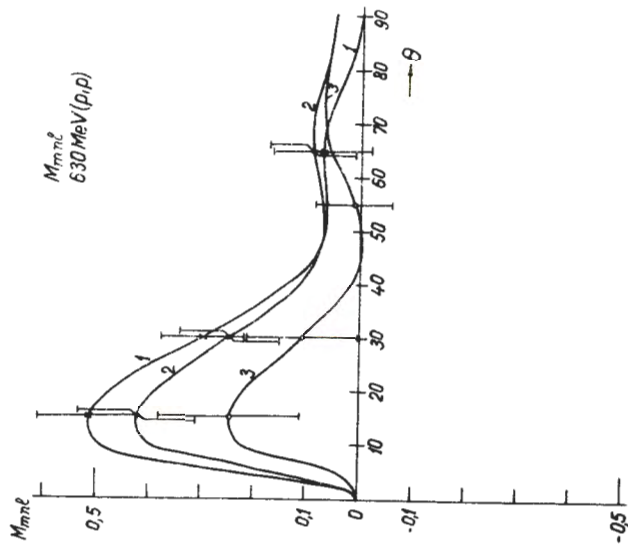


Рис. 144.

Рис. 145.

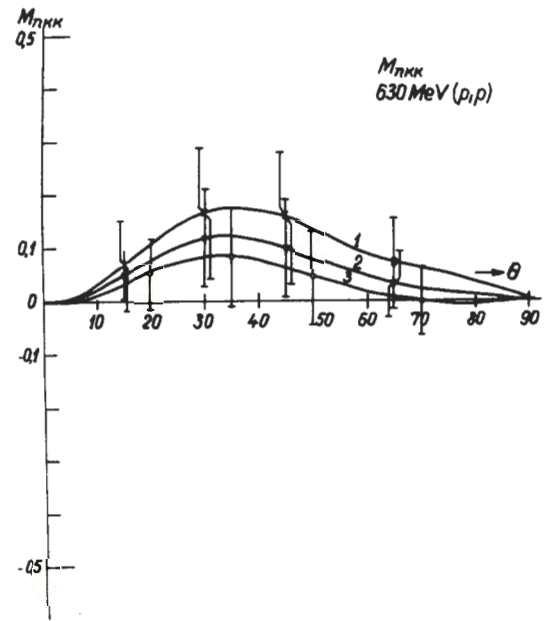


Рис. 146.



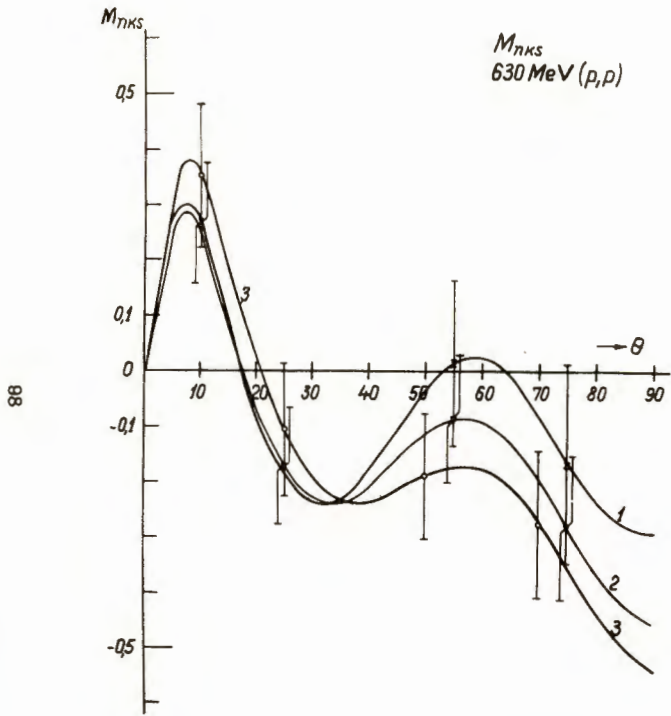


Рис. 147.

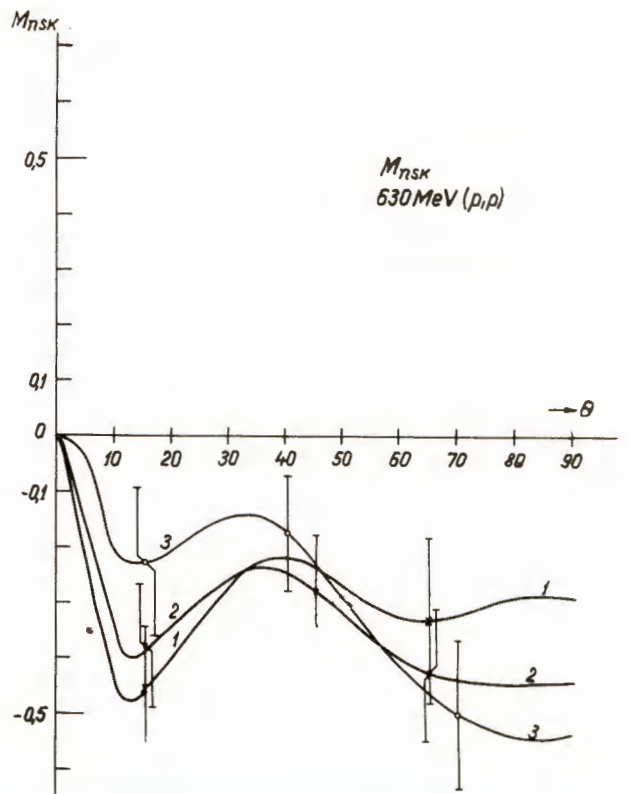


Рис. 148.

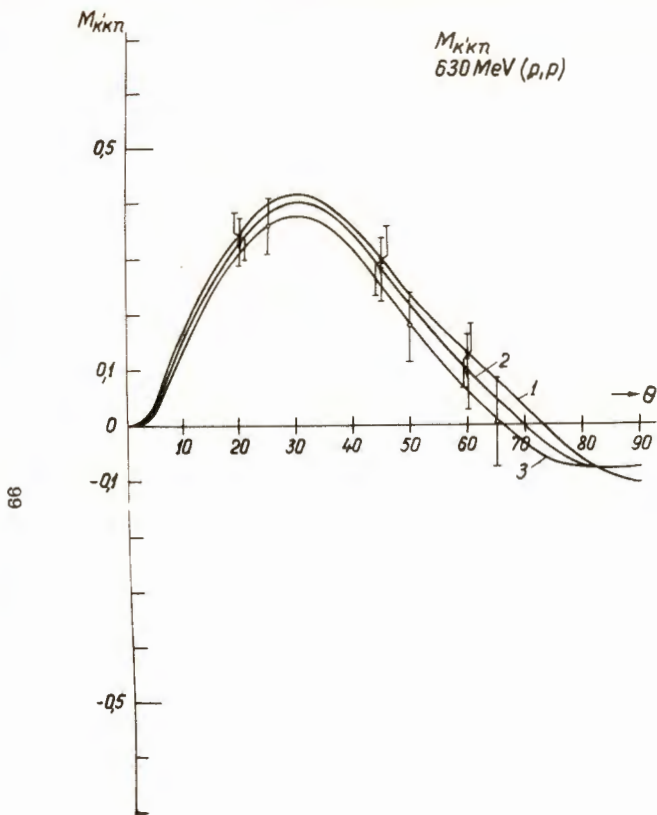


Рис. 149.

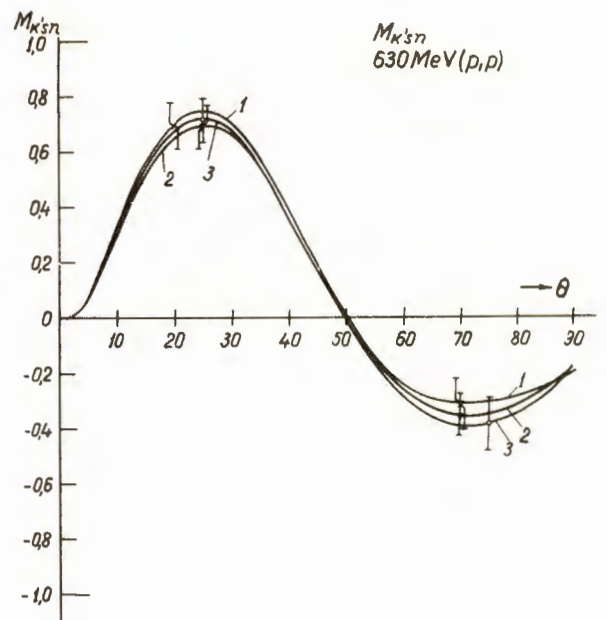


Рис. 150.

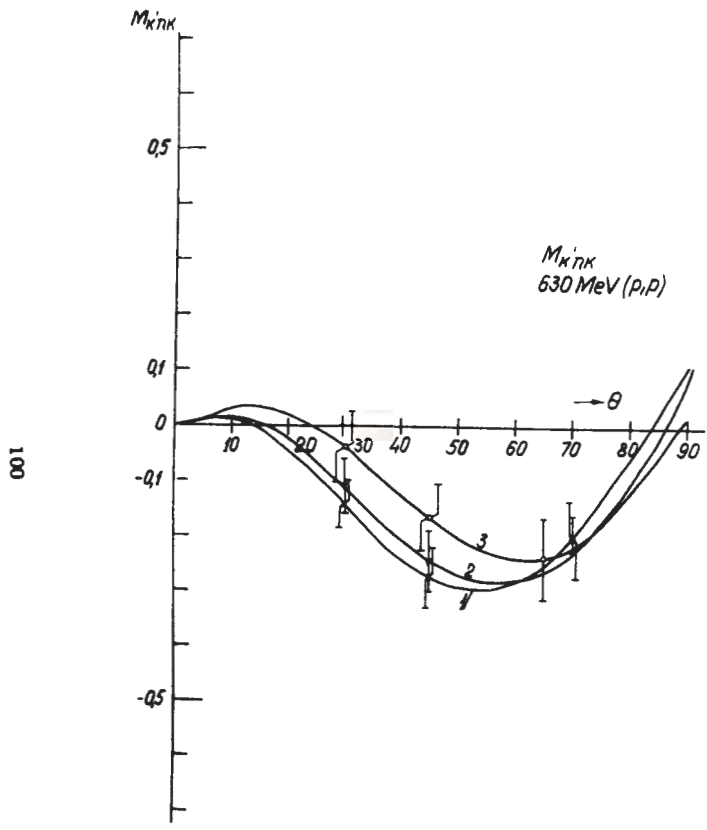


Рис. 151.

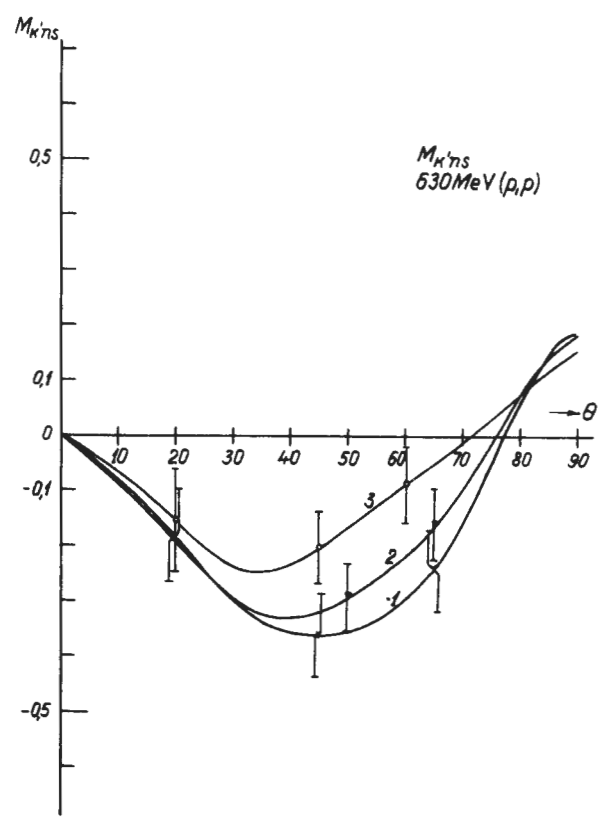


Рис. 152.

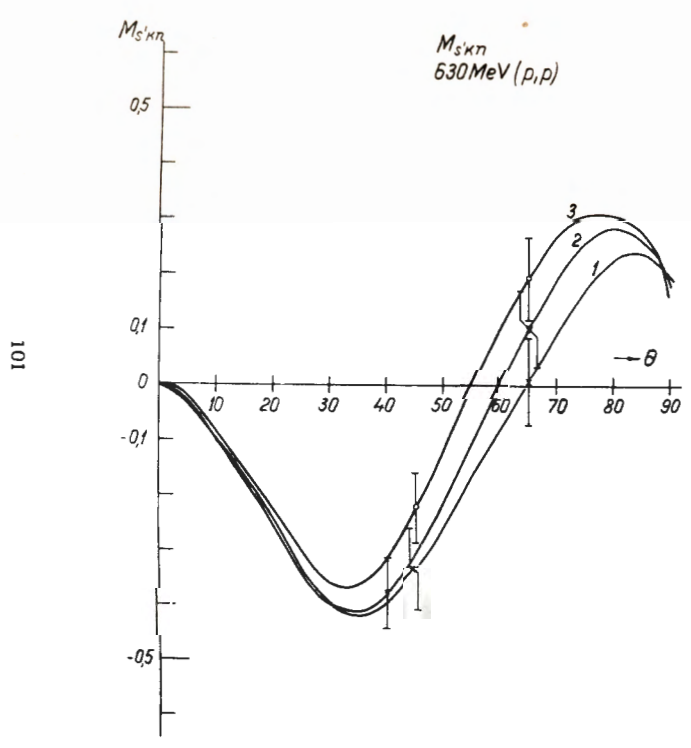


Рис. 153.

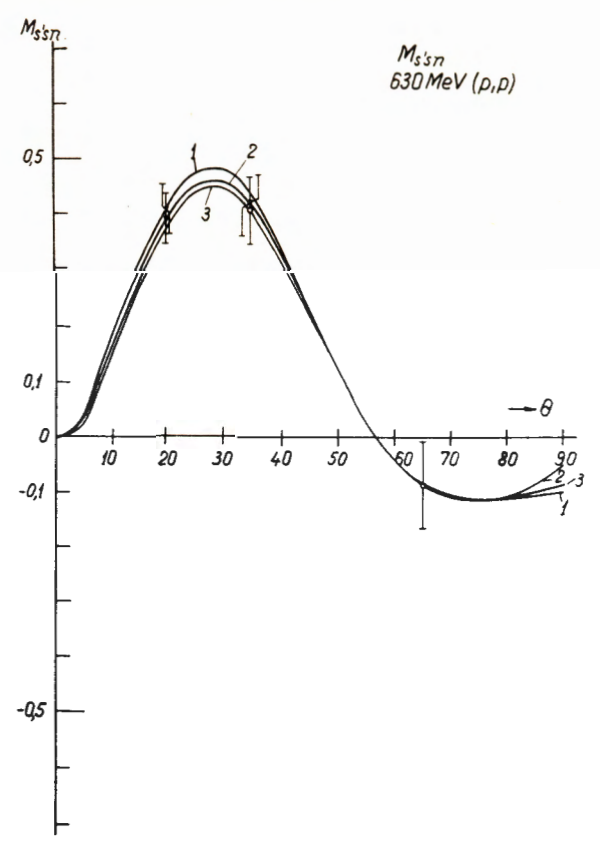


Рис. 154.

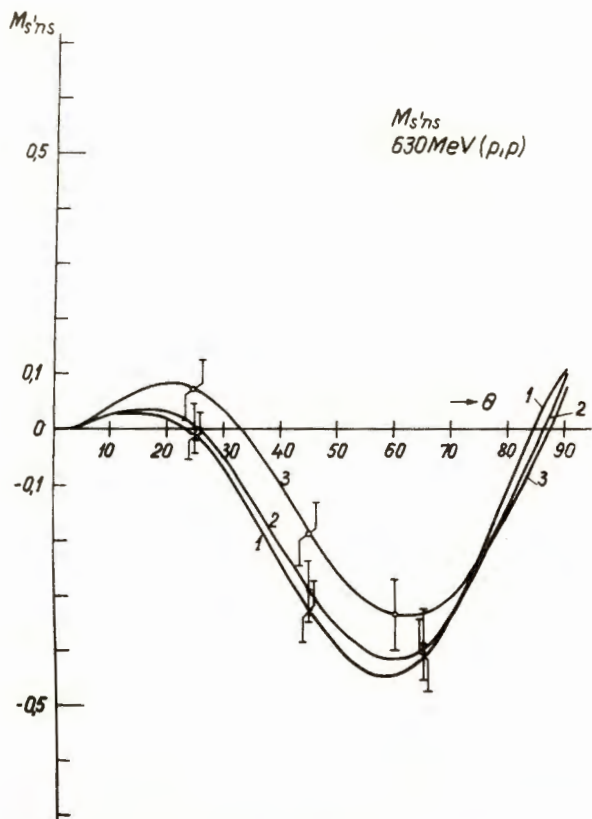


Рис. 155.

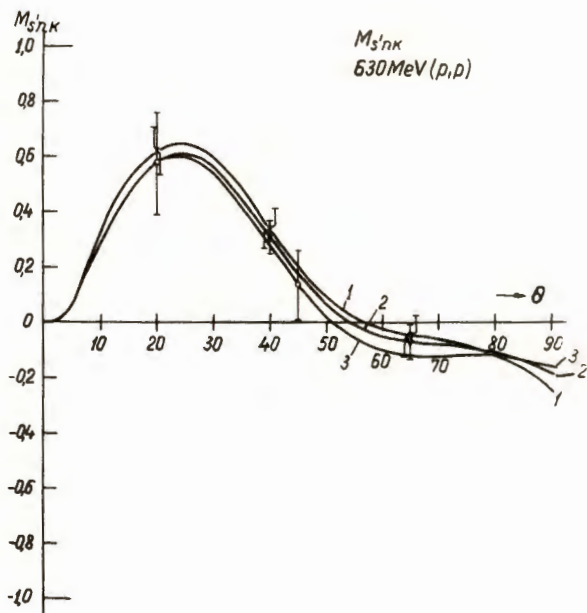


Рис. 156.

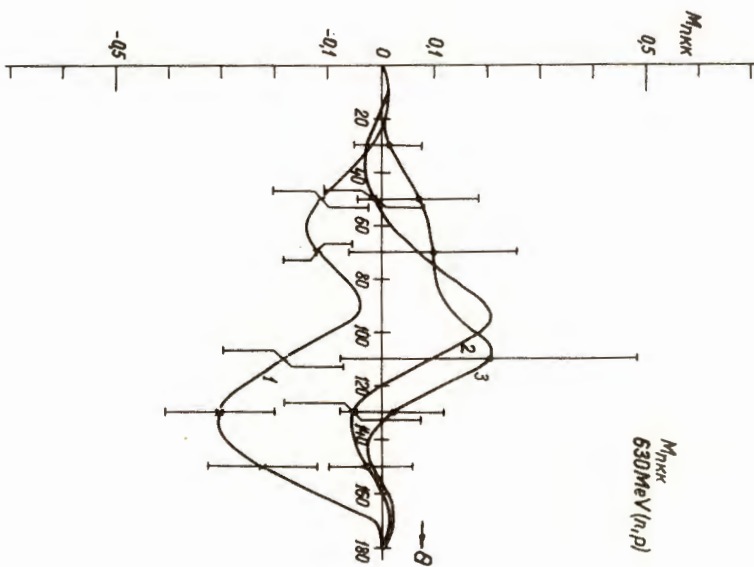


Рис. 157.

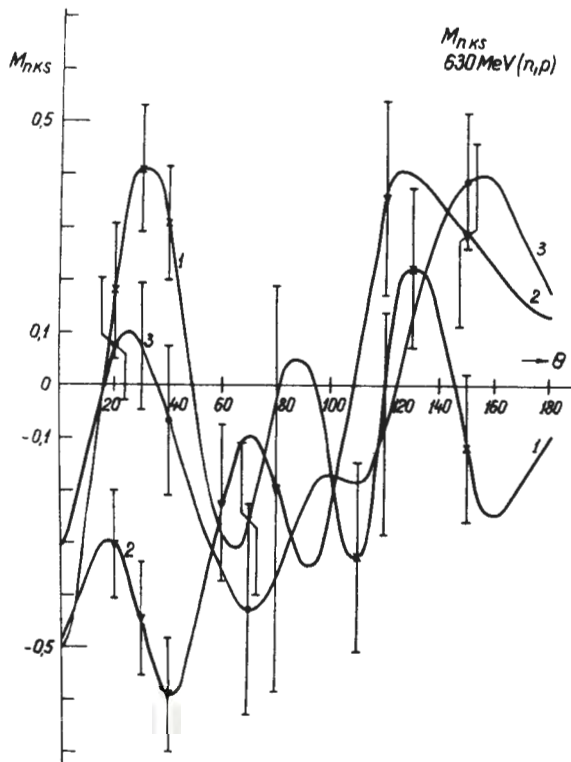


Рис. 158.

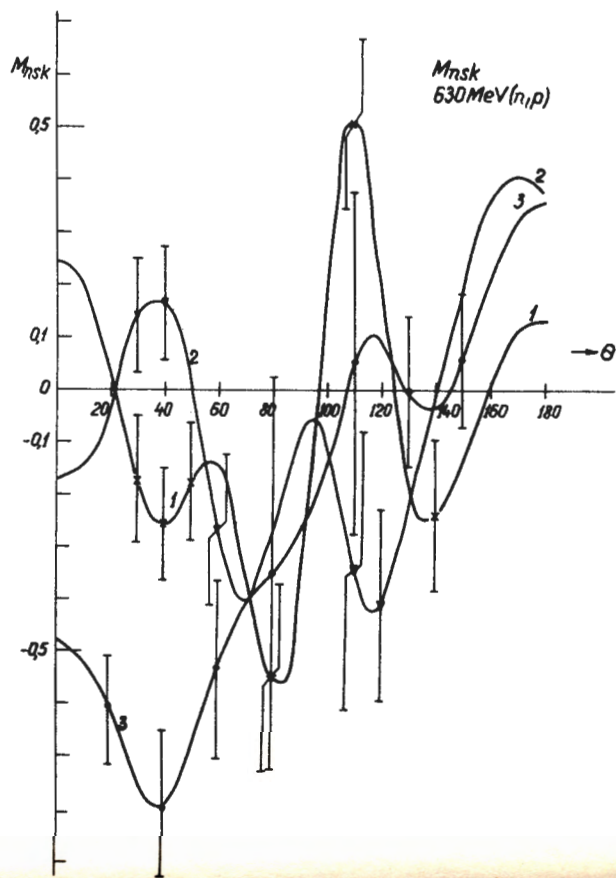


Рис. 159.

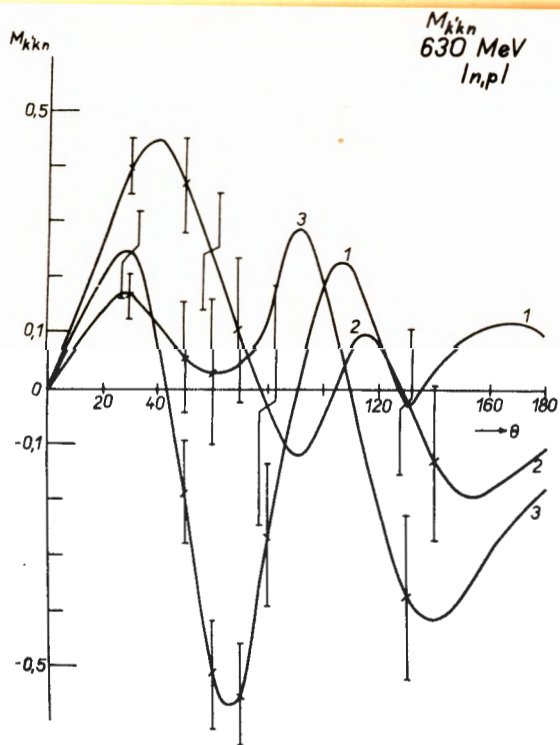


Рис. 160.

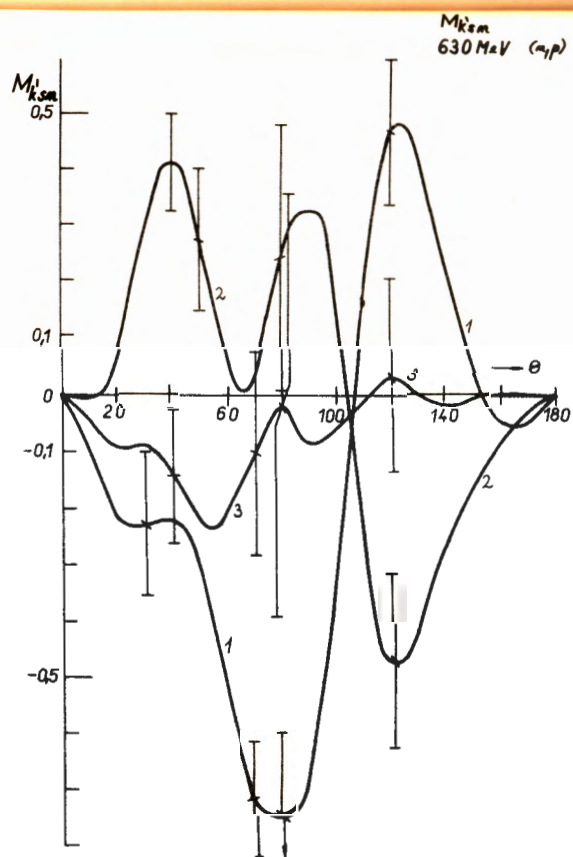


Рис. 161.

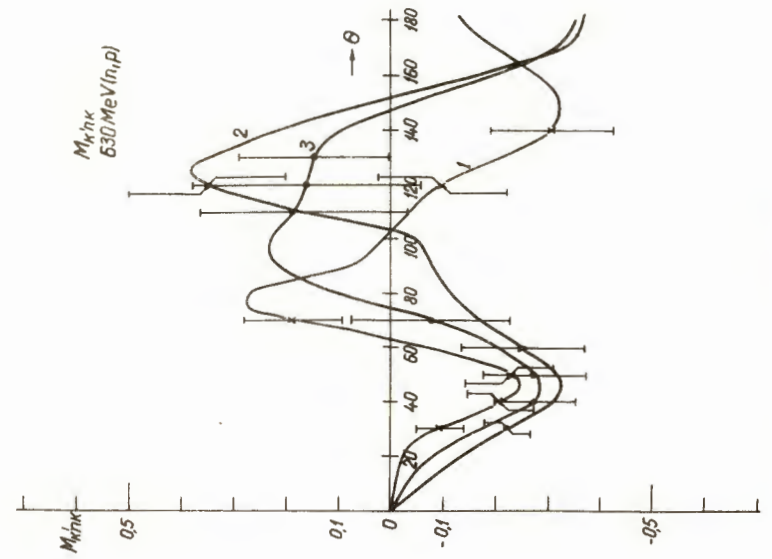


Рис. 183.

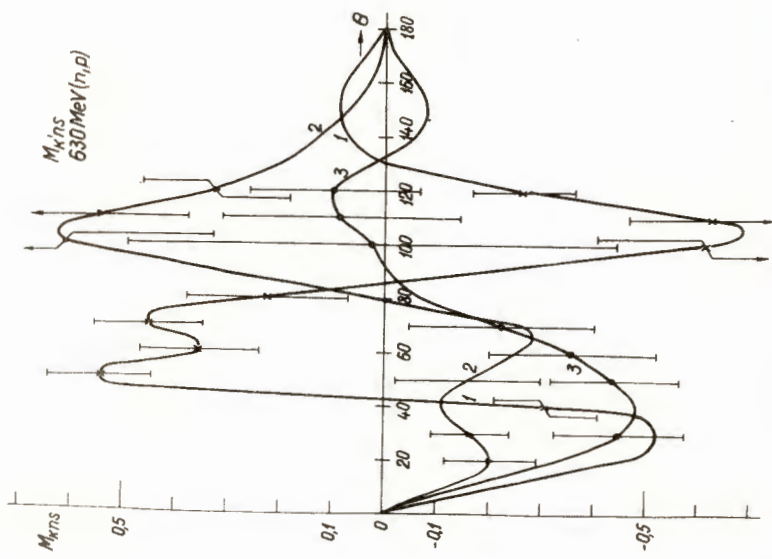


Рис. 182.

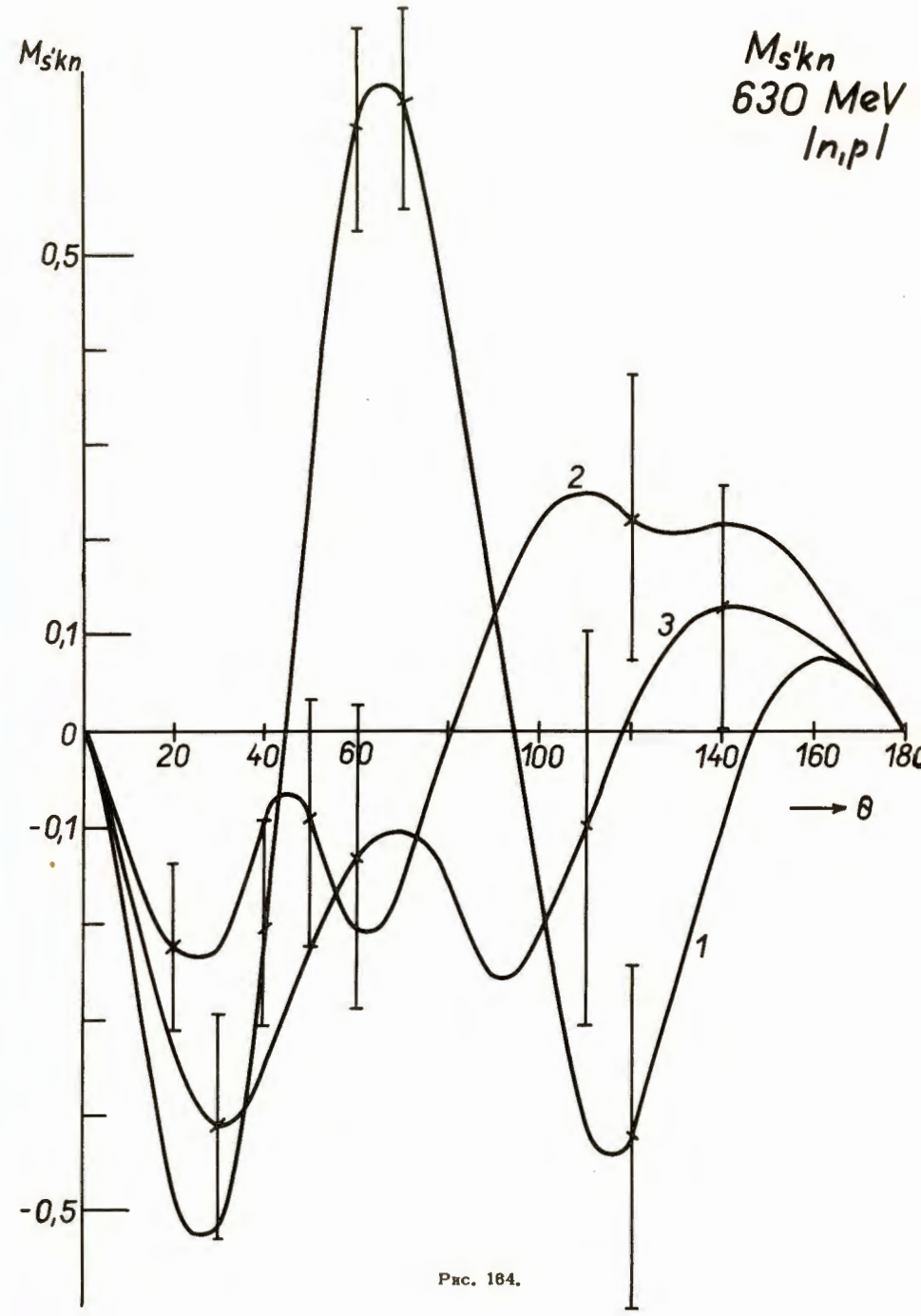


Рис. 184.

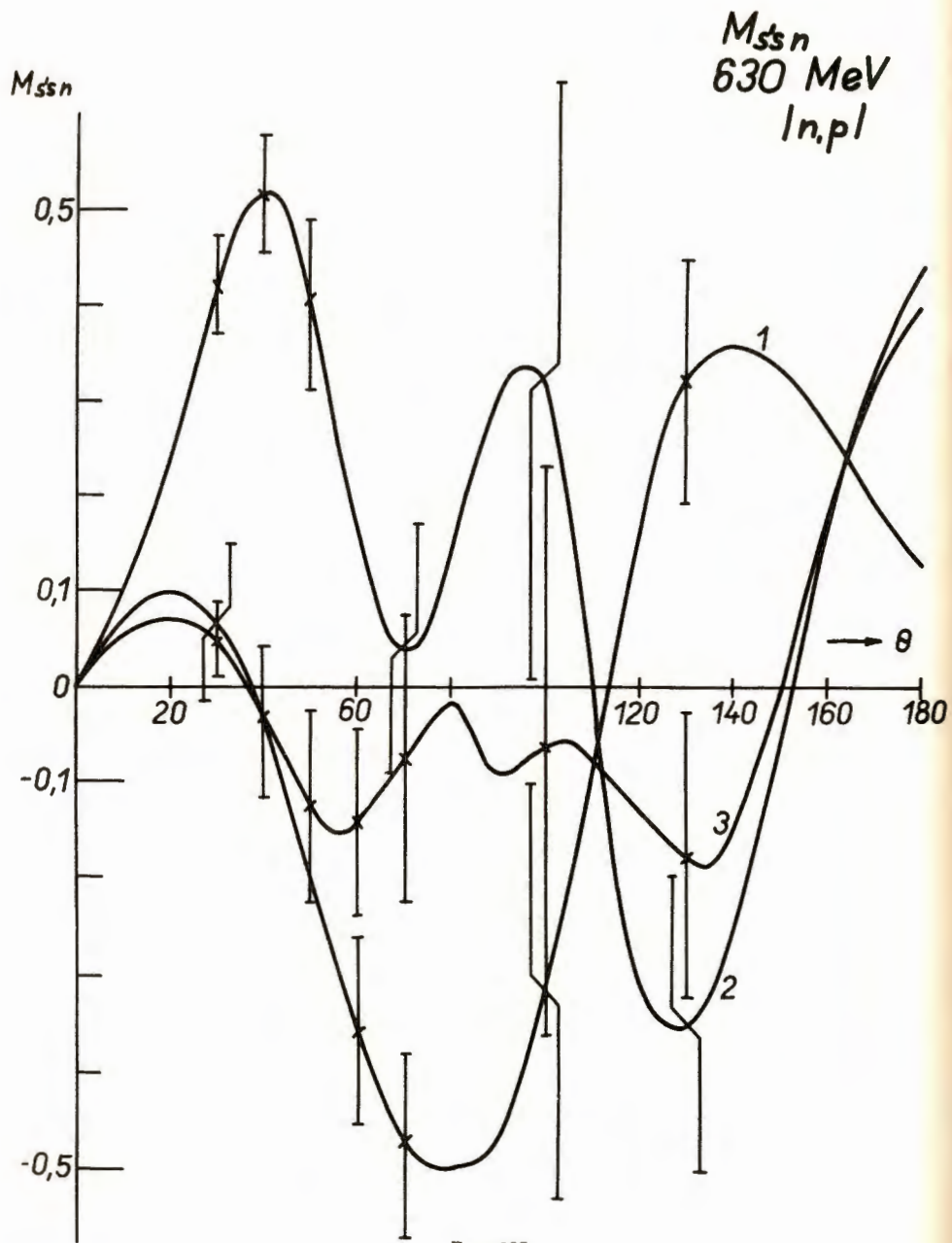


Рис. 165.

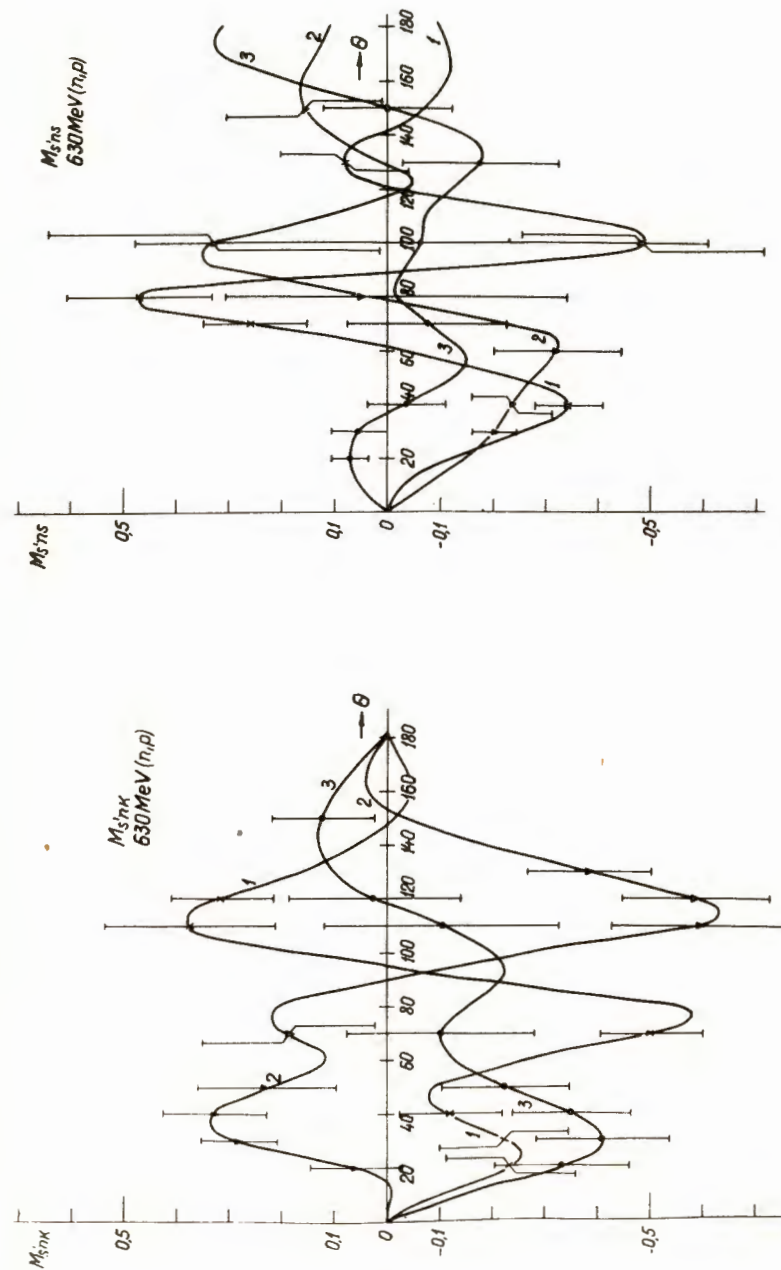


Рис. 166.

Рис. 167.

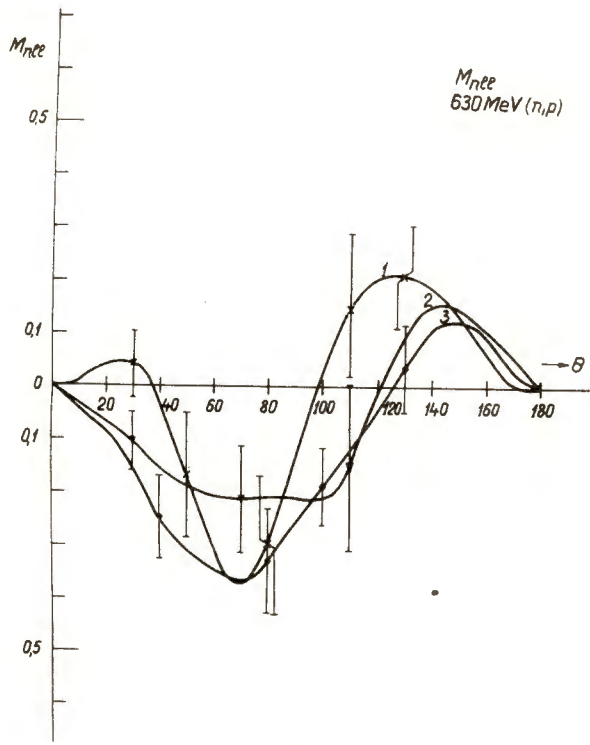


Рис. 168.

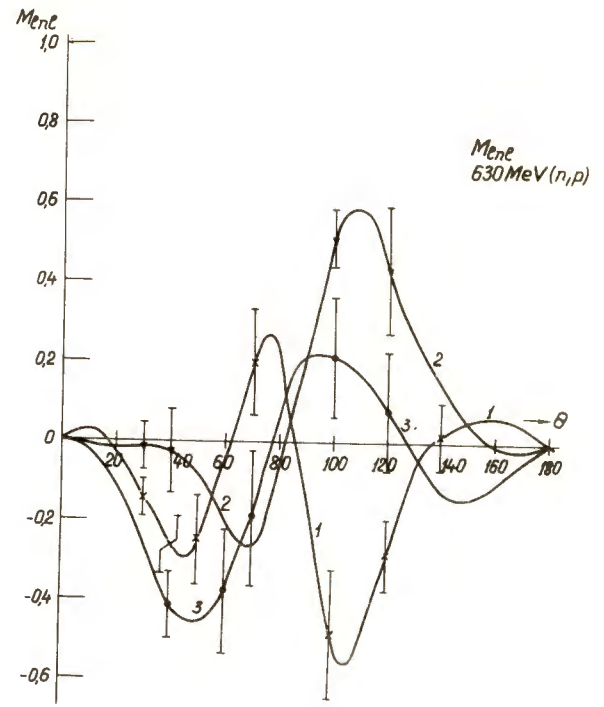


Рис. 169.

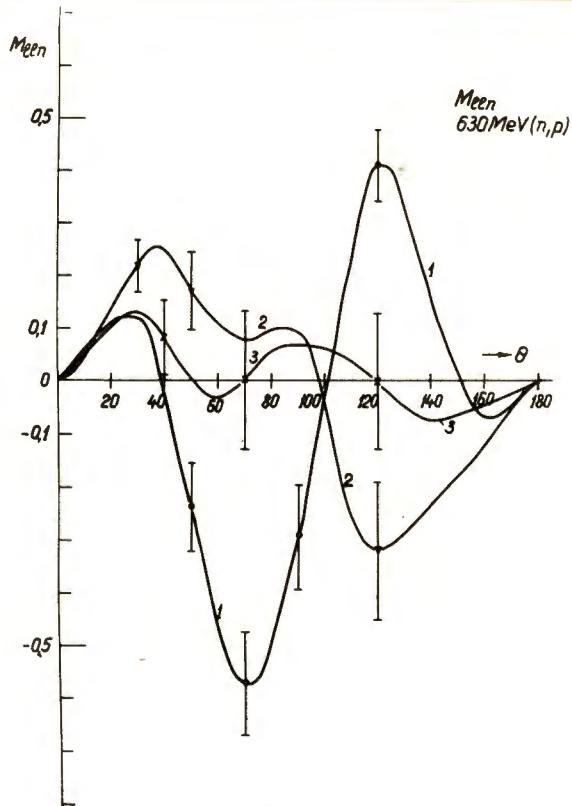


Рис. 170.

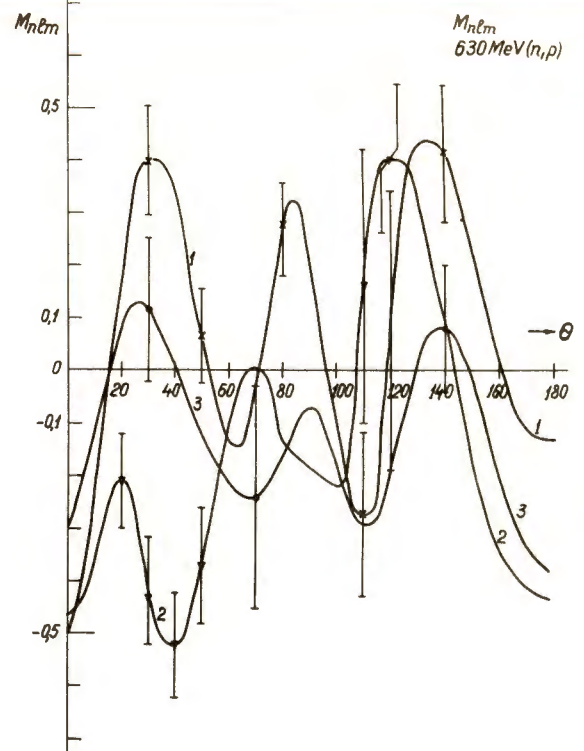


Рис. 171.

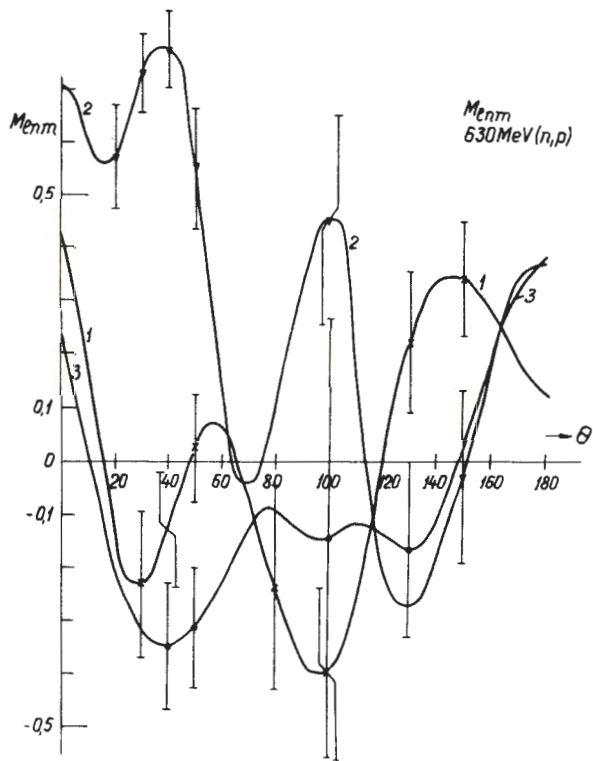


Рис. 172.

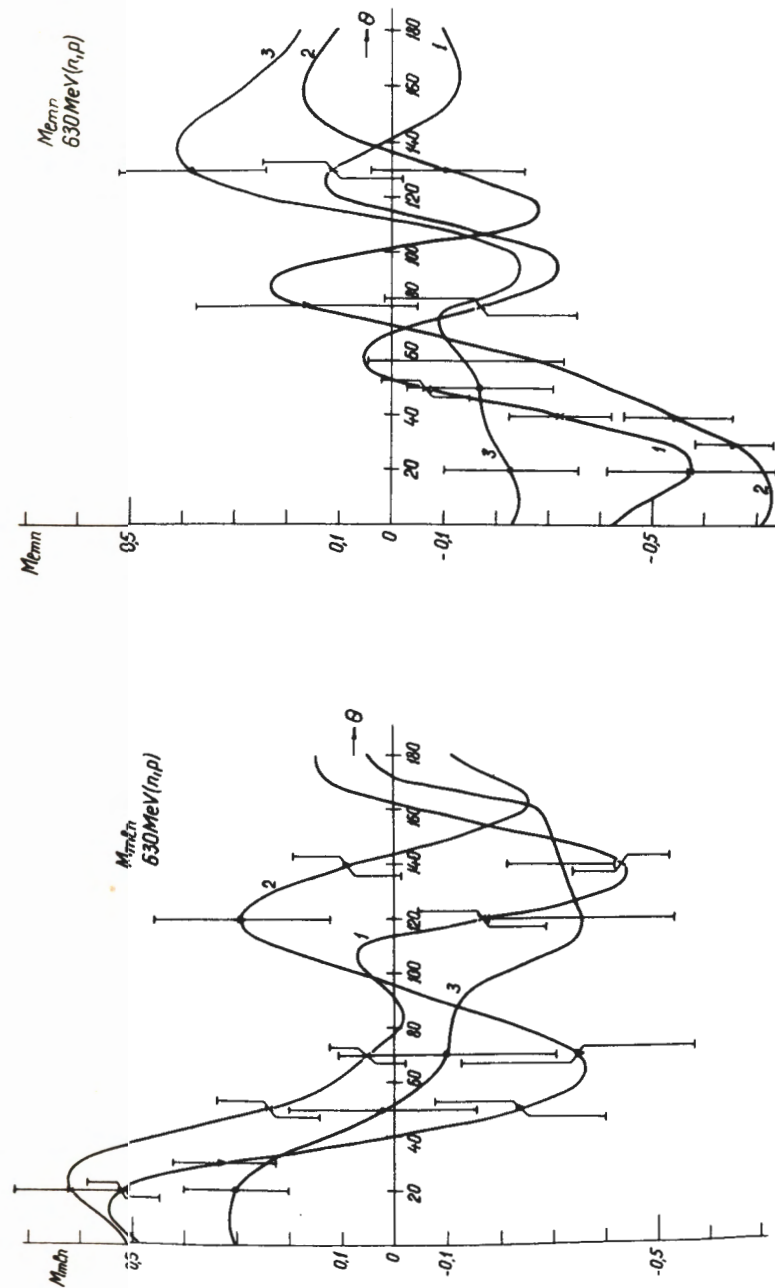


Рис. 173.



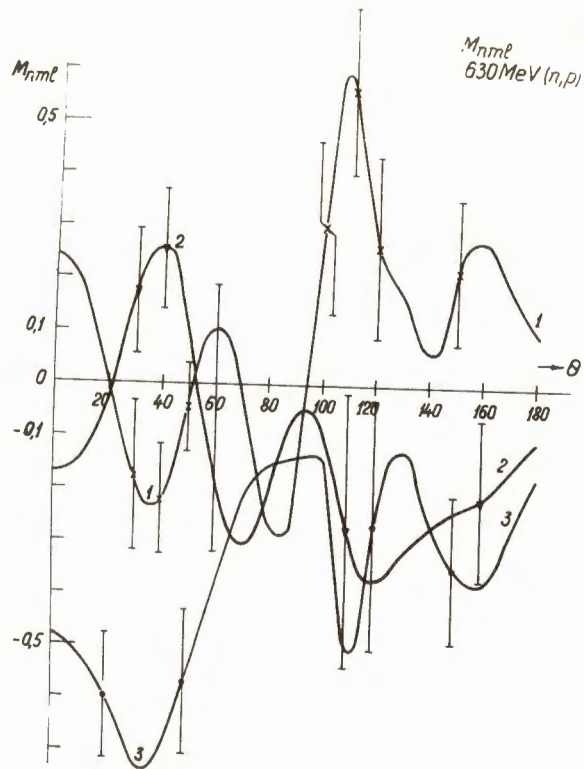


Рис. 175.

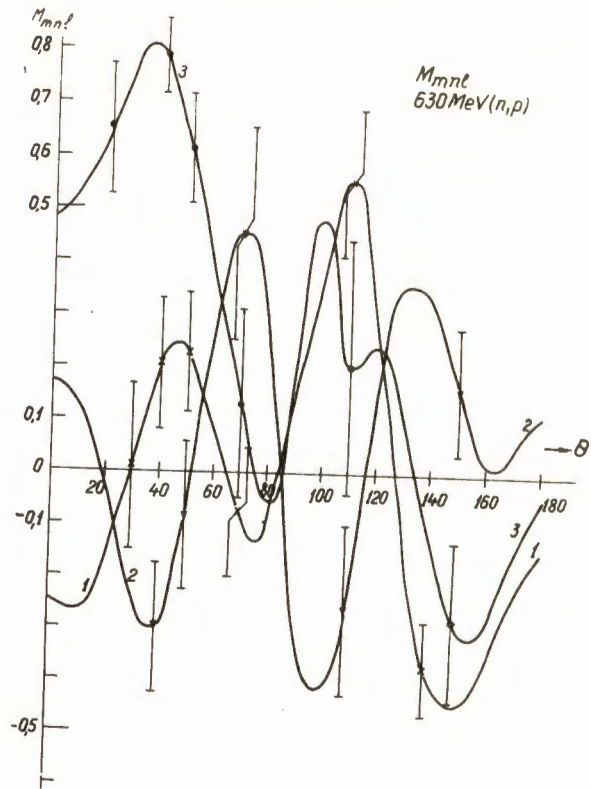


Рис. 176.