Альбрехт, К.Ф. и др.
Б3-1-8515.

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

С344.1и + С344.1к
А-564

790/75

Б3-1-8515

ДЕПОНИРОВАННАЯ ПУБЛИКАЦИЯ

Дубна 1975

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория высоких энергий

Б3-1-8545

К.-Ф.Альбрехт, В.К.Бирулёв, Г.Вестергомби, В.И.Генчев, Т.С.Григалашвили, Б.Н.Гуськов, Р.Н.Кекелидзе, Л.Киш, В.Г.Кривохижин, В.В.Кухтин, А.Л.Любимов, М.Ф.Лихачёв, И.Манно, А.Майер, М.Новак, Х.-Э.Рызек, И.А.Савин, К.И.Салометин, Л.В.Сильвестров, В.Е.Симонов, Л.Урбан.

ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИИ УСТАНОВКИ БИС ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ПОИСКУ РАСПАДОВ КОРОТКОЖИВУЩИХ КАОНОВ НА ДВА МЮОНА.

Депонированное сообщение ОИЯИ.

9 янв 75

Объединенный институт ядерных исследований БИБЛИОТЕКА

г.Дубна, 1974 г.

Ранее [1] было предложено провести в Институте физики высоких энергий эксперимент по поиску распадов $K^0_S \to \mu^+\mu^-$, используя для этой цели модификацию установки БИС [2]. Вид установки БИС для поиска указанного распада изображен на рис.1. Ниже приводятся результаты ее оптимизации методом Монте-Карло с целью выбора оптимального тока в магнитах и расположения детекторов.

Источником K^0_S является реакция рождения $n + N \to K^0_S$ + anything. Моделирование рождения и распадов K^0_S осуществлялось следующим образом.

1. Разыгрывалось направление нейтрона.

Для этого выбиралась точка его рождения на внутренней мишени равномерно по x, y, z и точка его прохождения через выход первого коллиматора. z - координаты мишени и коллиматора соответственно -6750 и -4670 см. Мишень имеет 2 см в длину и 2 мм в диаметре. Коллиматор по x - 13,4 мм, по y - 23 мм. Предполагается, что остальные коллиматоры не режут пучок.

2. Разыгрывалась точка рождения K^0.

При этом считалось, что последний коллиматор (выход) расположен на z = - 970 см и сразу же за ним антисовпадательный счётчик так, что мишень, расположенная к нему вплотную, имеет координату дальнего конца z = - 965 см. Длина мишени 10 см. Точка взаимодействия нейтрона в мишени разыгрывалась равномерно.

3. Разыгрывался угол вылета и импульс K^0.

При этом использовалась формула Триллинга [3]:

$$(1)\quad \frac{d^2N}{dp\,d\Omega} = A_1 P^2 \exp\left(-A_2 \frac{P}{\sqrt{P_0}} - A_3 P \sqrt{P_0}\,\theta^2\right) + B_1 \frac{P}{P_0^2} \exp\left(-B_2 \left(\frac{P}{P_0}\right)^2 - B_3 P \theta\right),$$

где p_0 и p - импульс нейтрона и K^0 соответственно, θ - угол вылета K^0, а константы взяты из работы /3/:

$A_I = 4{,}12 \cdot 10^{-2}$; $A_2 = 4{,}763$; $A_3 = 1{,}29$

$B_I = 0{,}27$; $B_2 = 10{,}276$; $B_3 = 3\ 669$

Для падающих нейтронов использовался спектр протонов, рожденных в меди 70 Гэв протонами под углом около $0{,}5^0$ /4/. Предполагалось, что в нашем случае спектр нейтронов будет близким. Форма спектра нейтронов, а также спектры K^0-мезонов, для разных углов показаны на рис.2. Спектры K^0 -мезонов вычислены по формуле (I) путем интегрирования по P_0 с использованием спектра нейтронов в качестве веса.

4. Разыгрывался распад K^0 -мезона по каналу $K^0_S \to \mu^+ \mu^-$.

Распад происходил по закону $exp(-t/\tau_S)$, $\tau_S = 0{,}86 \times 10^{-10}$ сек

~~ехжих~~ Распадная зона была выбрана так, что она начиналась в 10 см от конца мишени (ближе к магниту СП-94) и кончалась в 80 см от магнита. Т.о. координаты распадной зоны были $Z = -945 \div -830$ см и длина 115 см. Импульсы распадных мюонов и углы их вылета в с.ц.м. каона разыгрывались равномерно по φ и $\cos\theta$. Затем происходило преобразование в л.с.к., где определялись также углы вылета мюонов и их импульсы.

5. Проверялось прохождение пары мюонов с данной конфигурацией через элементы установки. При этом изменение импульсов мюонов в магнитах вычислялось следующим образом

$$P_x' = P_x + q \cdot HL;$$
$$P_y' = P_y;$$
$$P_z' = \sqrt{P_z^2 + P_x^2 - P_x'^2},$$

где p, p' - импульсы до и после магнита, $q = \pm 1$ в зависимости от заряда частицы, $HL = H \cdot \ell \, 0{,}03$ - отклонение в Гэв, H - магнитное поле в кгаусс, ℓ - эффективная длина магнита. Для магнита СП-40 известно /5/, что эффективная длина равна 2 м и поле изменяется в пределах от 0 до 14 кгаусс. Это соответствует изменению $HL = 0 \div 0{,}84$ Гэв. Для магнита СП-94 предполагается, что можно изменять HL в пределах $0 \div 0{,}3$ Гэв.

Заметим, что при моделировании мы называли первым тот мюон, у которого проекция импульса на ось X больше, т.е. $P_{X1} \geq P_{X2}$, и ему приписывали отрицательный заряд. Это значит, что если HL выбрано положительным (отрицательным), то [illegible] мюоны фокусировались (дефокусировались) этим магнитом.

При проверке прохождения мюонов через элементы установки и вычислении соответствующей эффективности рассматривалось три набора условий.

<u>I набор.</u> 1) Токи в магнитах были выбраны так, что $HL_1 = 0{,}2$ Гэв, $HL_2 = -0{,}6$ Гэв ("расходящаяся геометрия");

2) требовалось, чтобы обе частицы прошли через магнит в середине (Z = - 750 см и 0 см) и в конце полюсных наконечников (Z = - 685 см и 75 см); размеры магнитов по X $\pm$ 15 см и $\pm$ 50 см

по Y $\pm$ 6,5см и $\pm$ 15 см

<u>II набор.</u> 1) и 2) условия те же;

3) на Z - координате 400 см мюоны не должны попадать в щель шириной 20 см, оставленную для прохождения пучка, Y - координаты мюонов должны быть между -10 и - 70 см или между 10 и 70 см.

4) требовалось, чтобы У - координаты мюонов в плоскости $Z = 400$ были между У = -20 и +20 см.

<u>Ш набор</u>. I) Токи в магнитах были выбраны так, что $HL_1 = 0{,}2$ Гэв и $HL_2 = 0{,}6$ Гэв (перекрестная геометрия; условия 2-4 были такими же, как во П наборе.

Прохождение распадных частиц через элементы установки характеризуется распределениями I-26 для каждого набора условий I-Ш. При этом на

Гист.I. - показан спектр K^0 -мезонов;

Гист.2 - распределение K^0 по углу;

Гист.3 - импульсный спектр пучка;

Гист.4 - Х - координата точек распада;

Гист.5 - У - координата точек распада;

Гист.6 - Z - координата точек распада;

Гист.7÷I6 - распределения по Х -координате первой частицы для разных - плоскостей (= - 830; центр магнита M_I ; -670; -300; -I50; центр магнита M_2 ; +I50; +250; +400; +700 см.соотв.).

Гист.I7÷26 - распределения по У - координате обеих частиц для тех же Z - плоскостей.

Рассматривая эти распределения, можносделать следующие выводы.

I) Камеры практически не ограничивают эффективность установки по У;

2) по Х до магнита тоже нет ограничений эффективности установки из-за размеров камер;

3) после СП-40 желательно иметь камеры большего размера: из-за щели 20 см на плоскости Z = 400 см и размера камер по X эффективность установки уменьшается больше чем на 50%;

4) чтобы не терять точность по углу и массе необходимо установить первый блок камер за магнитом вплотную к нему, а последние блоки - вплотную к ДЕ.

6. Проверялась зависимость эффективности от величины магнитного поля в обоих магнитах. Эта зависимость показана на рис.3а,б, в соответственно для размеров щели между блоками железа в мю-фильтре 20 см, 10 см и 30 см. На каждом из рис.3 слева показана эффективность для " расходящейся геометрии", а справа - для "перекрестной". Сплошной линией показана эффективность, когда первая частица отрицательная. Пунктир - суммарная эффективность для обеих конфигураций с данной последовательностью включения магнитов. Шкала эффективности на рис.3 относительная. Для получения абсолютной геометрической эффективности установки надо приведенные там цифры умножить на фактор 0,027. Полученное произведение даст вероятность того, что I рожденный в мишени K^0_S будет зарегистрирован установкой. Например, для пунктирной кривой 0,6 - эффективность регистрации I рожденного K^0_S будет $0{,}09 \cdot 0{,}027 = 2{,}44 \cdot 10^{-3}$. Если за цикл работы ускорителя на всех углах и импульсах рождается 10^5 K^0_S и $\Gamma_S(\mu\mu) = 10^{-7}\,\Gamma_S$, то I распад $K^0_S \to \mu\mu$ будет зарегистрирован за 100 часов.

Литература

1. К.-Ф.Альбрехт и др. ОИЯИ Б5-1-669, Дубна, 1972.
2. С.Г.Басиладзе и др., ОИЯИ, Р1-5361, Дубна, 1970.
3. А.А.Борисов и др. ИФВЭ СЭФ, 67-55, Серпухов, 1967.
4. H.Grote et.al. CERN, Atlas of particle production Spectra, 1970.
5. А.С.Ковенко и др. ОИЯИ, Б1-1-7039, Дубна, 1973.

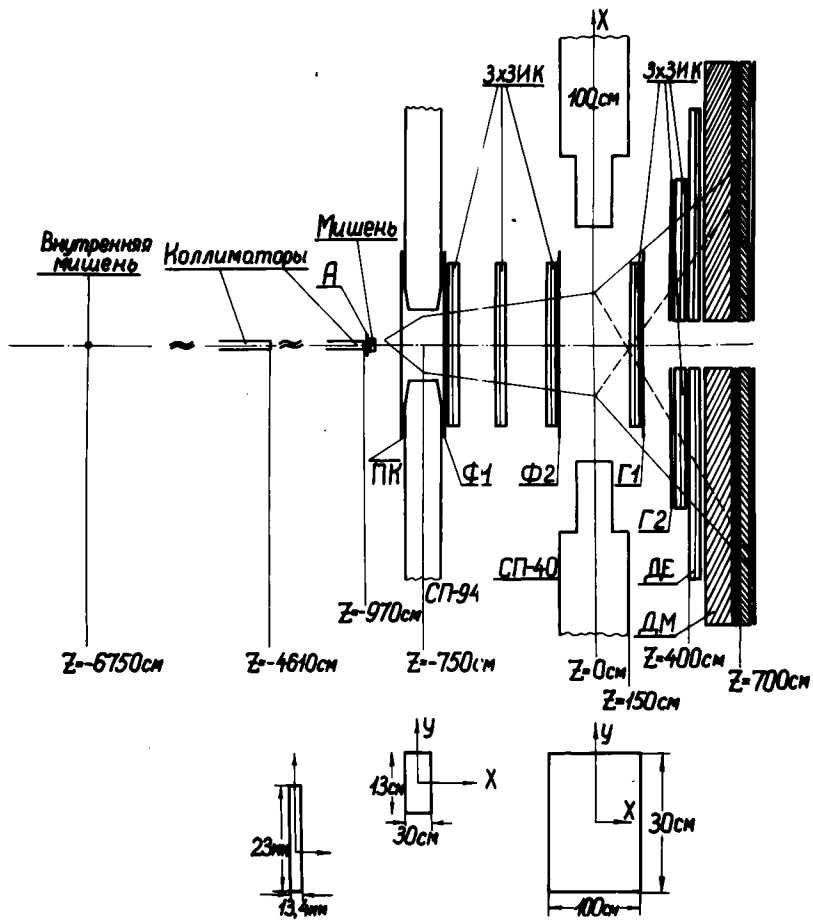


Рис.I. Схема установки для поиска распада $K^0_S \to \mu\mu$

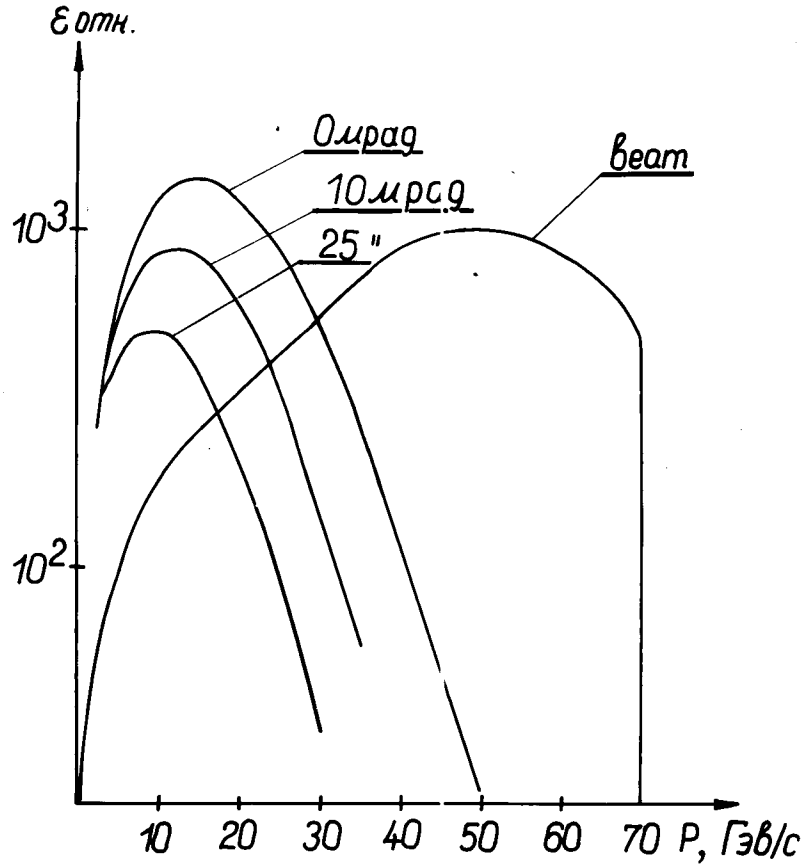


Рис.2. Спектр нейтронов пучка (beam) и спектры рожденных K^0-мезонов для разных углов.

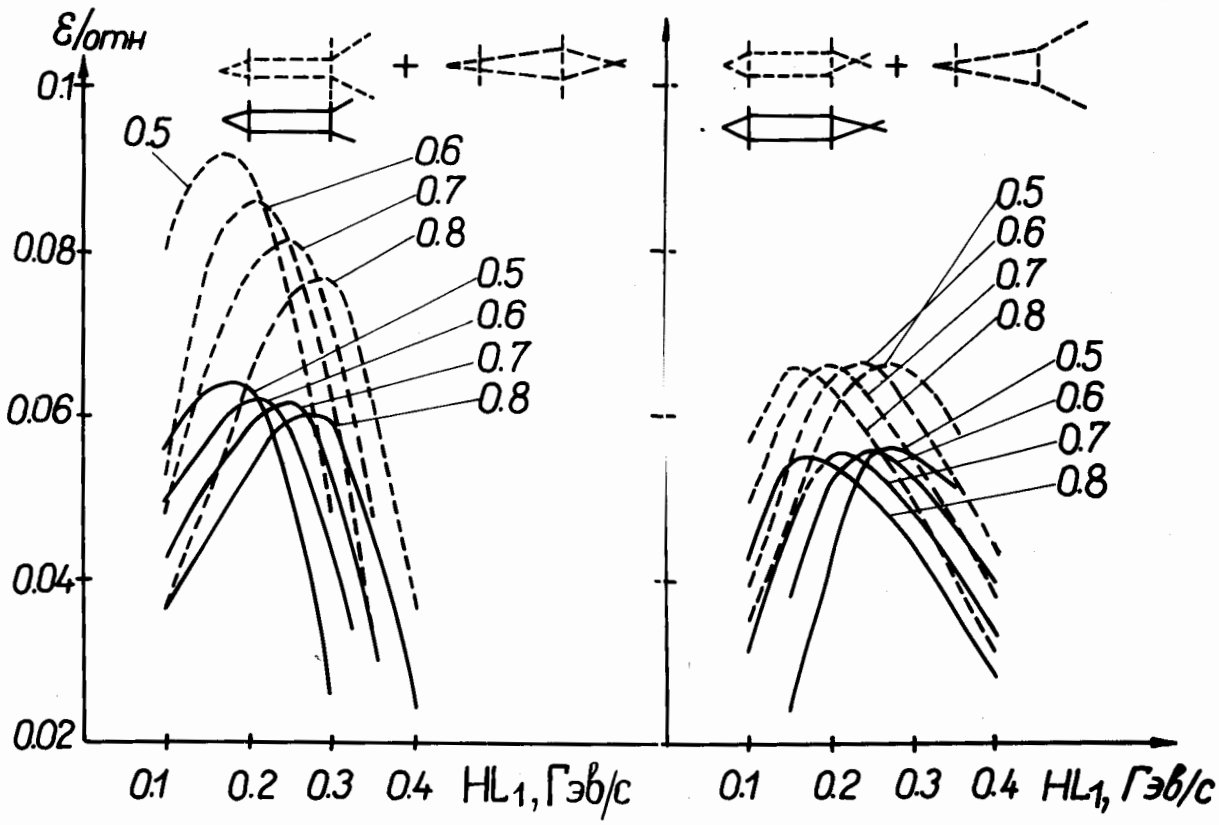


Рис.3а. Относительная эффективность установки в зависимости от величины магнитного поля в СП-94 для различных значений поля в СП-40А и щели в μ- детекторе 20 см. Сплошной линией показана эффективность: - слева для расходящейся геометрии"; - справа для перекрестной геометрии"; в случае, когда первая частица - отрицательная. Пунктирной линией показана суммарная эффективность, когда первая частица или отрицательная, или положительная.

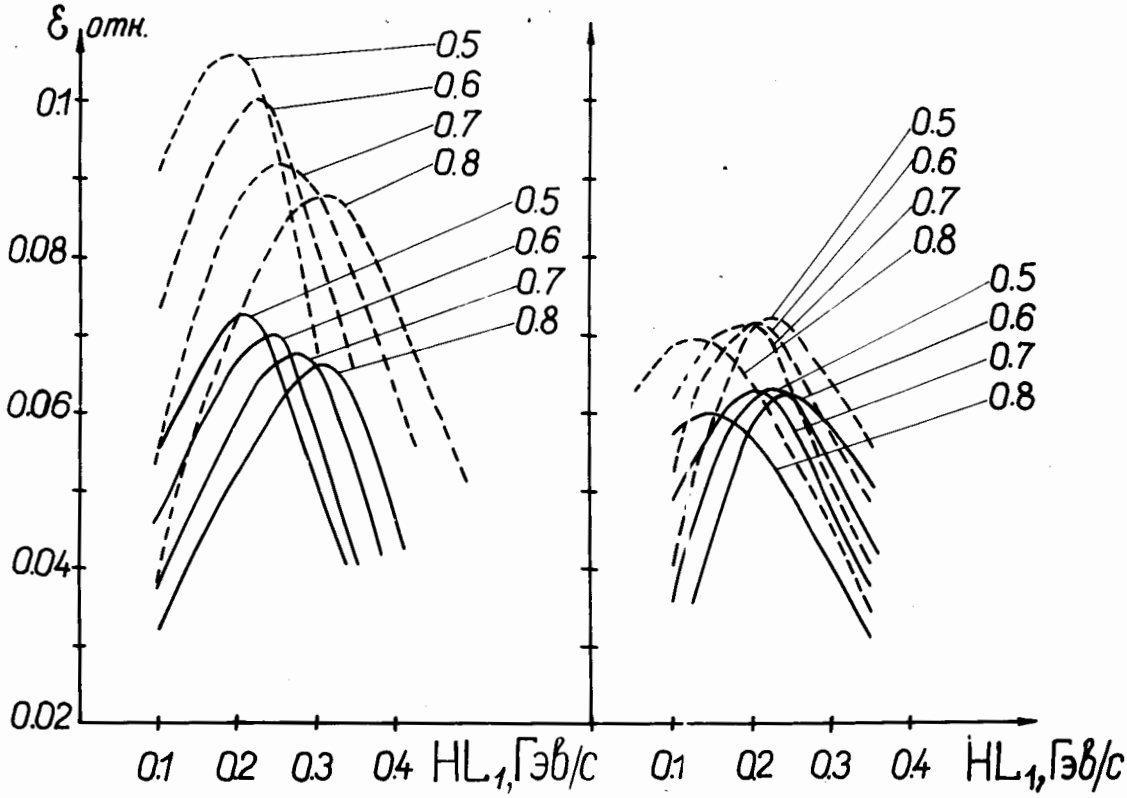


Рис.3в. Относительная эффективность установки так же как 3а, если щель в мю-детекторе 10 см.

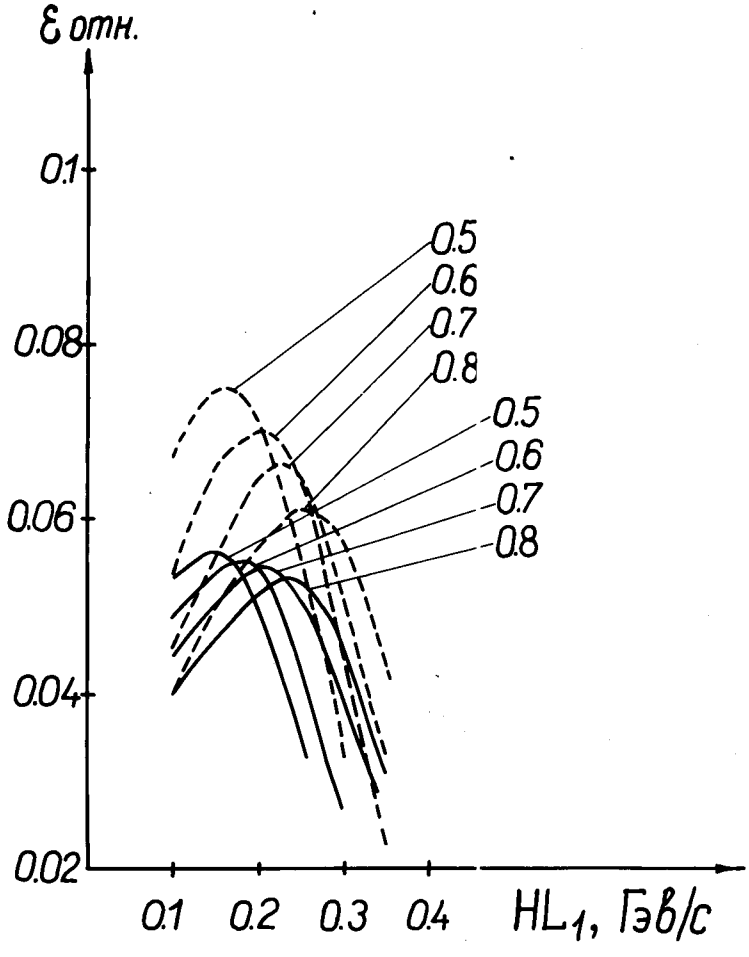
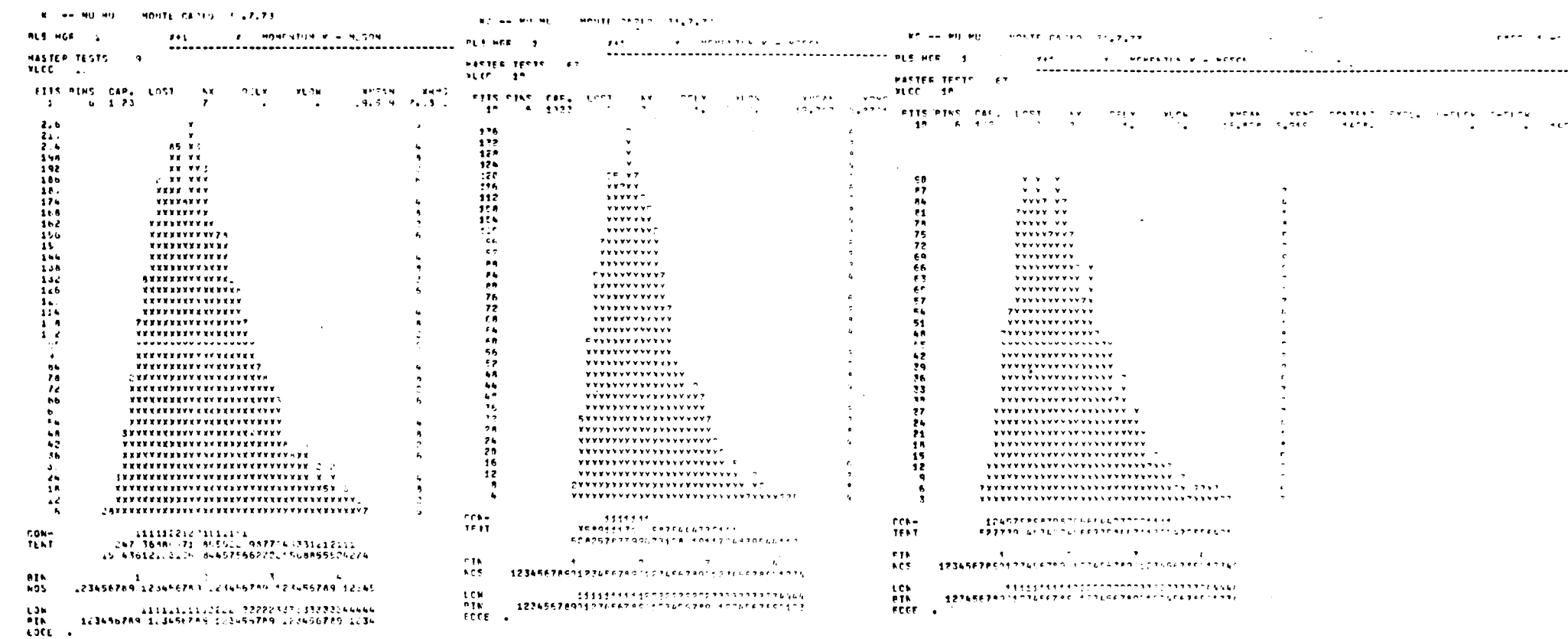
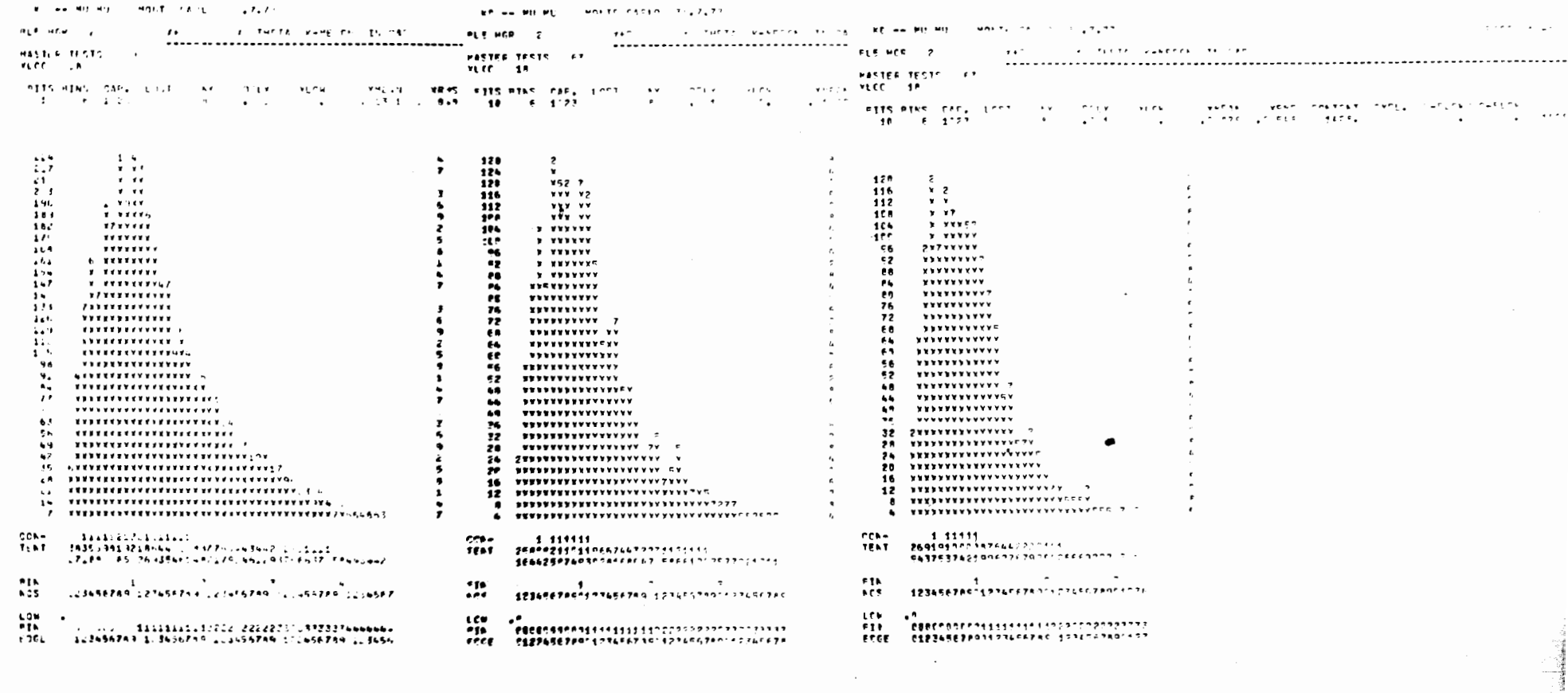


Рис.3с. Относительная эффективность установки так же как 3а, если щель в мю-детекторе 30 см.

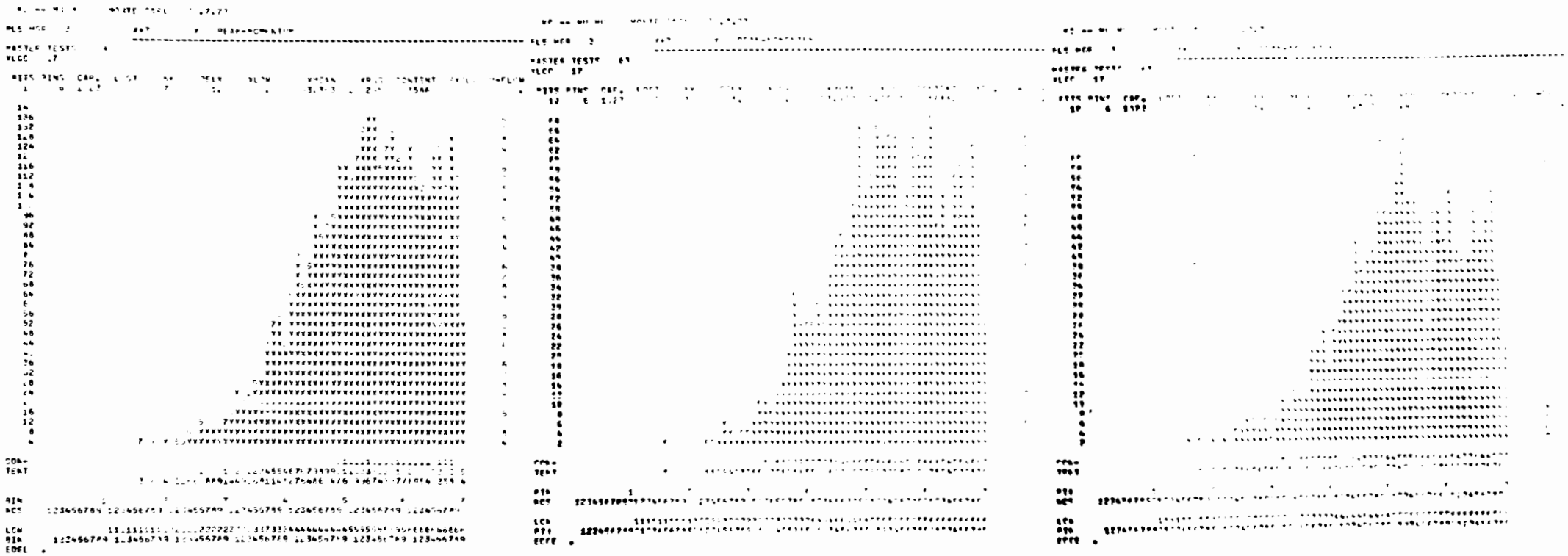
T 1



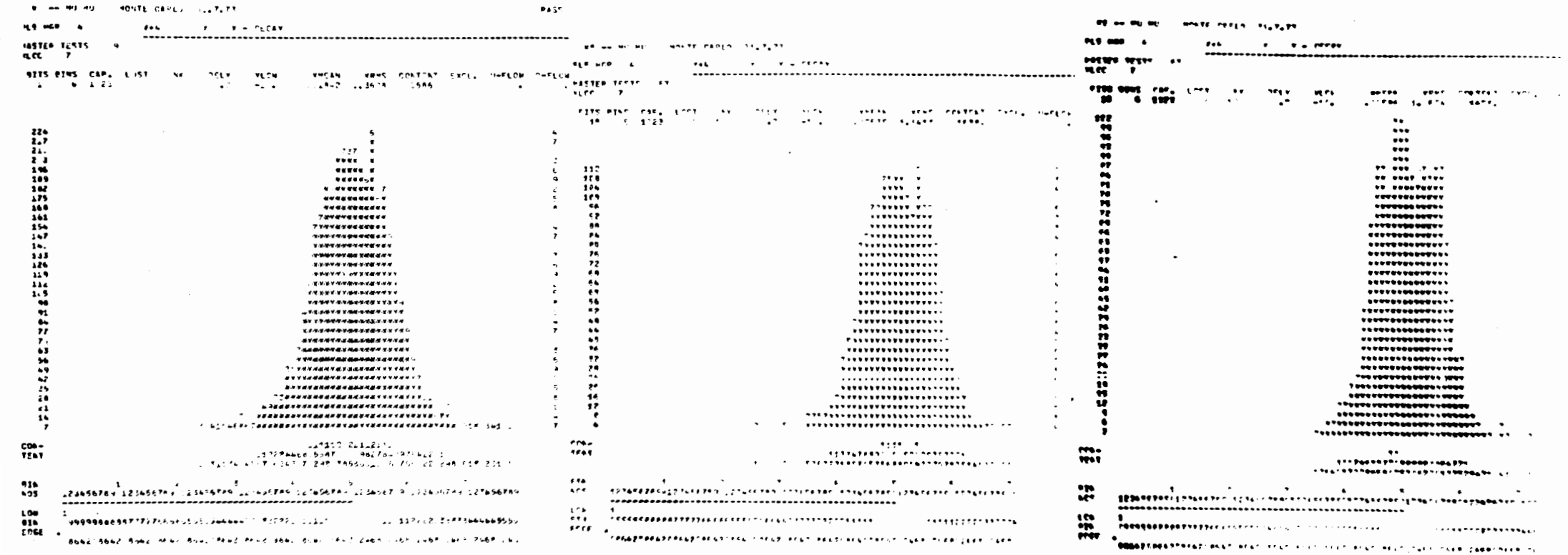
Гистограмма I



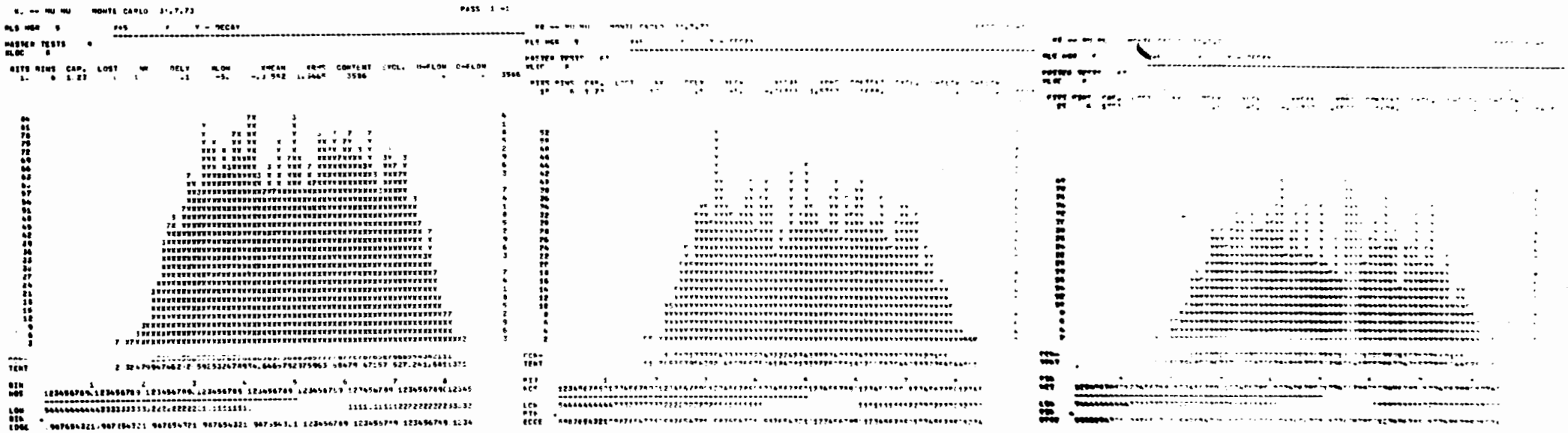
Гистограмма 2



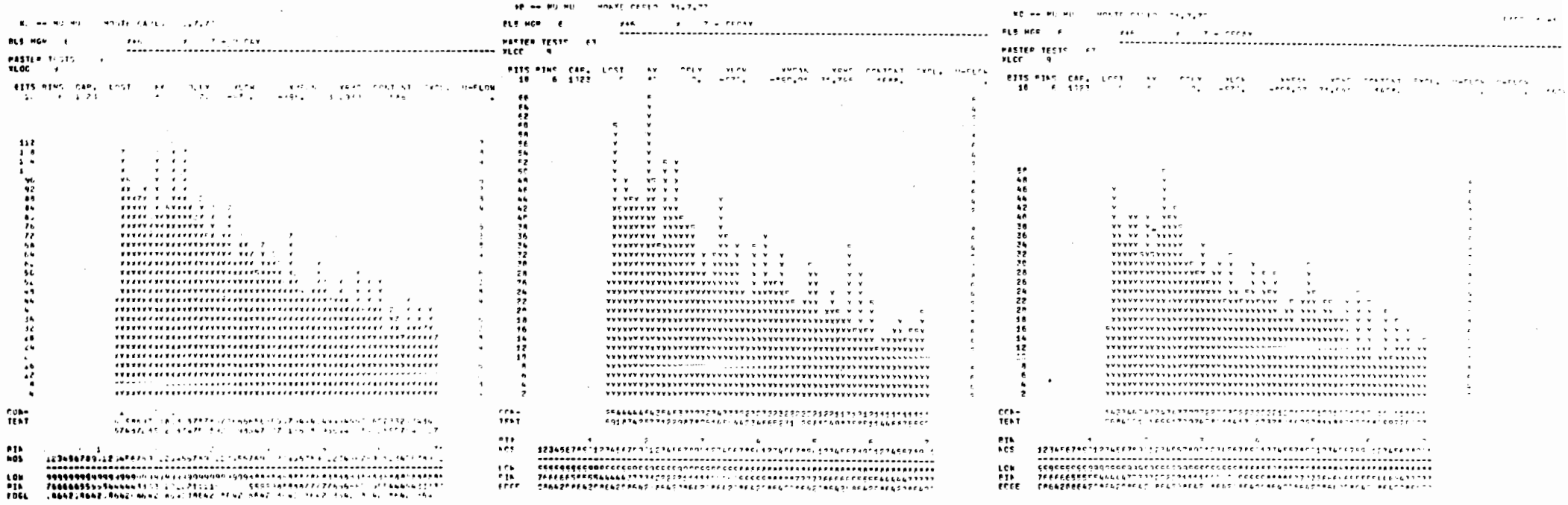
Гистограмма 3



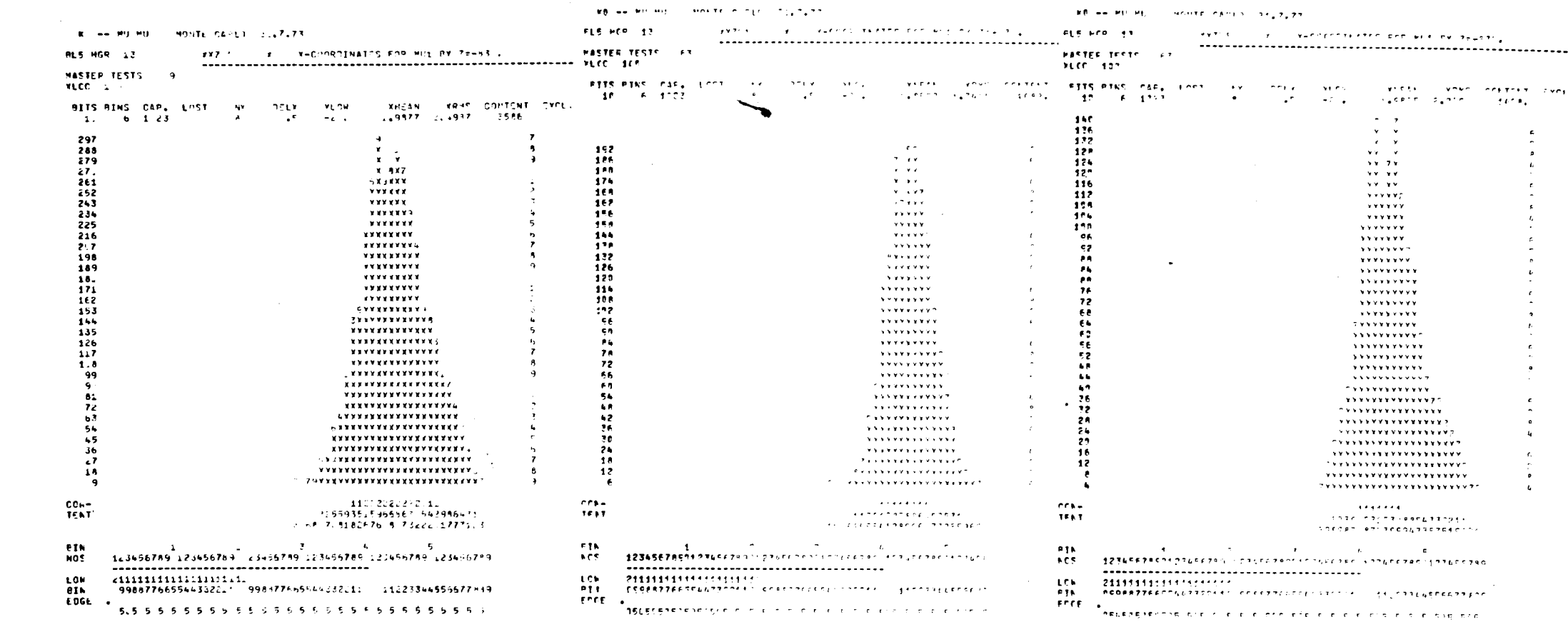
Гистограмма 4



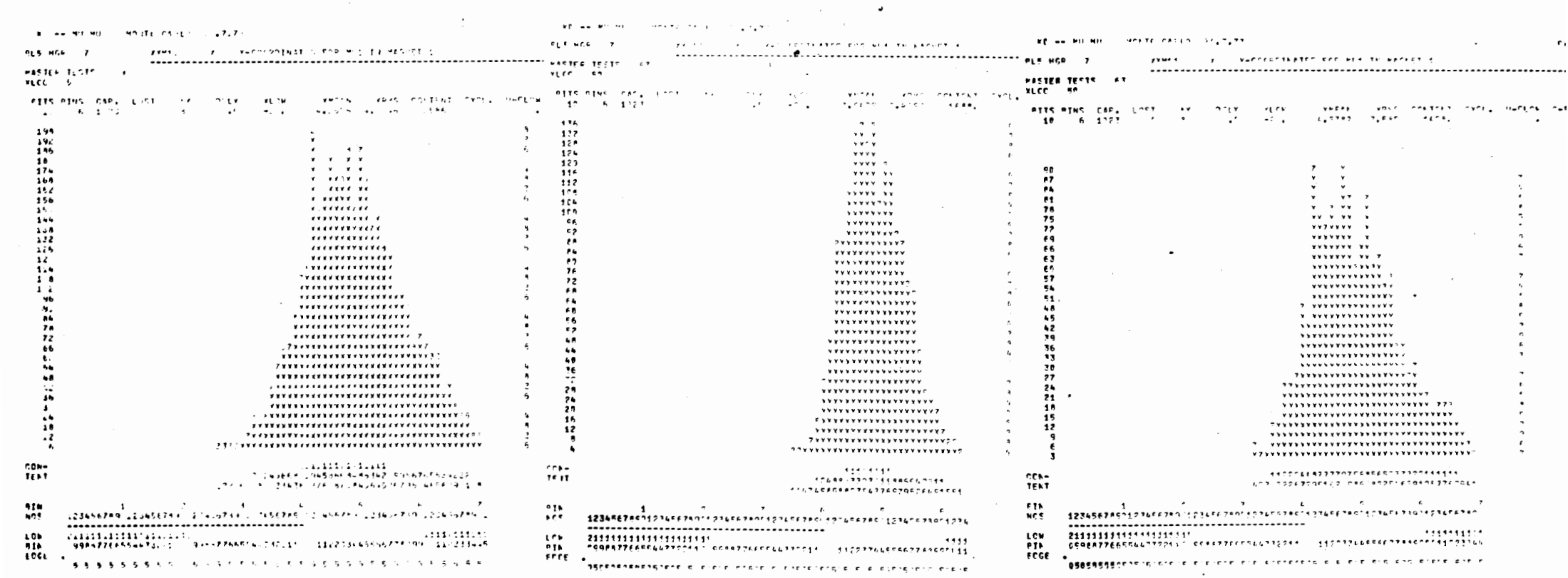
Гистограмма 5



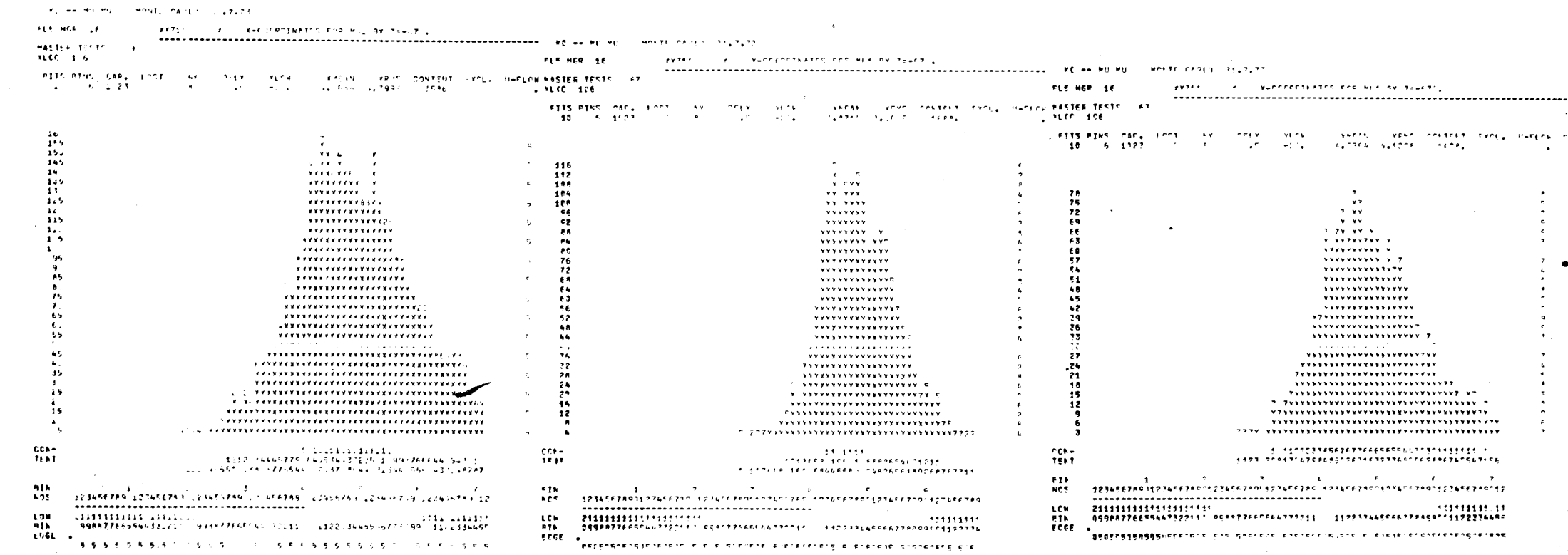
Гистограмма 6



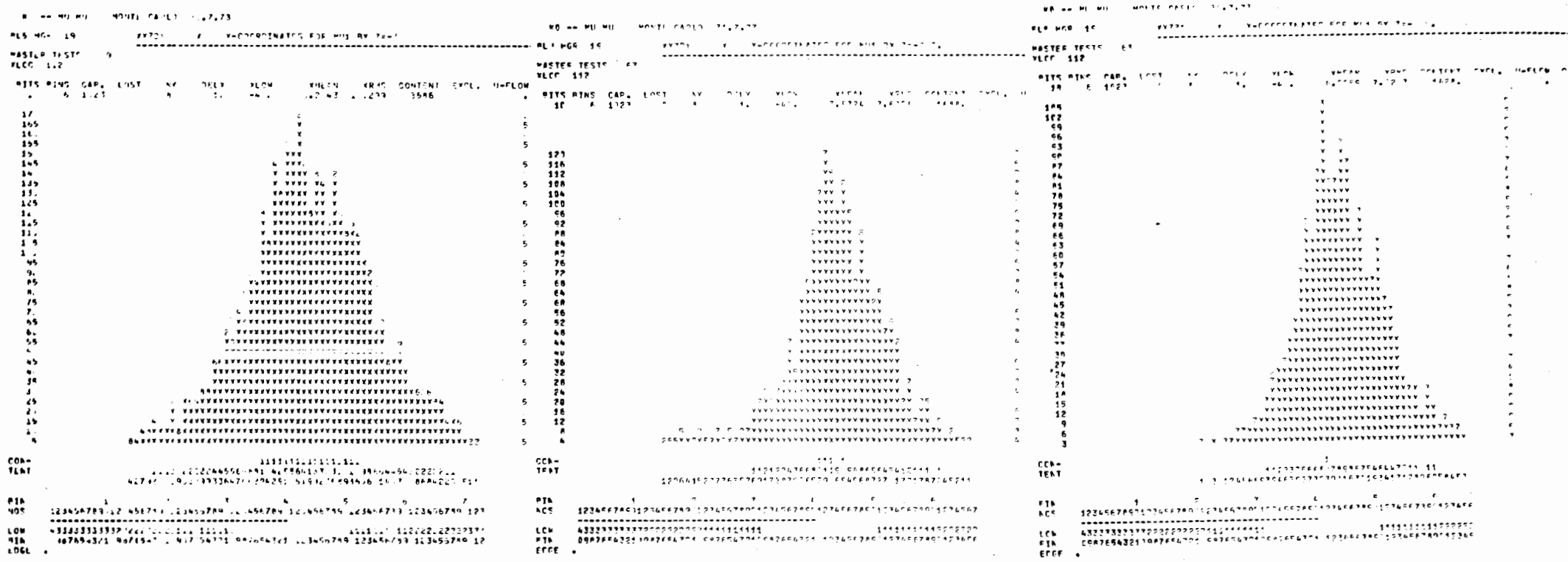
Гистограмма 7



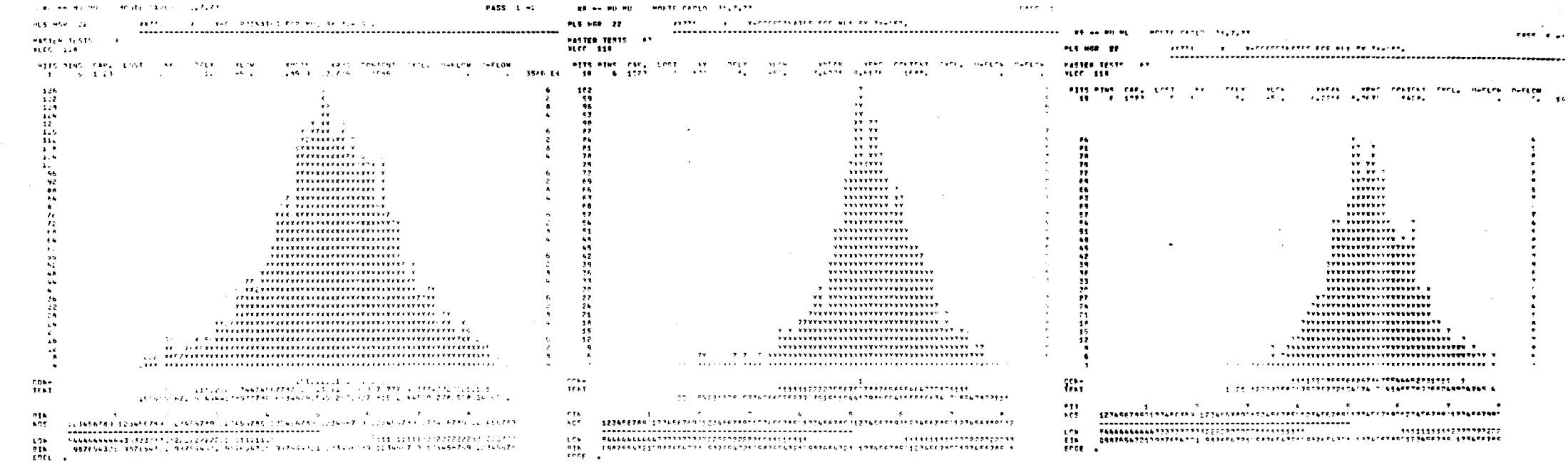
Гистограмма 8



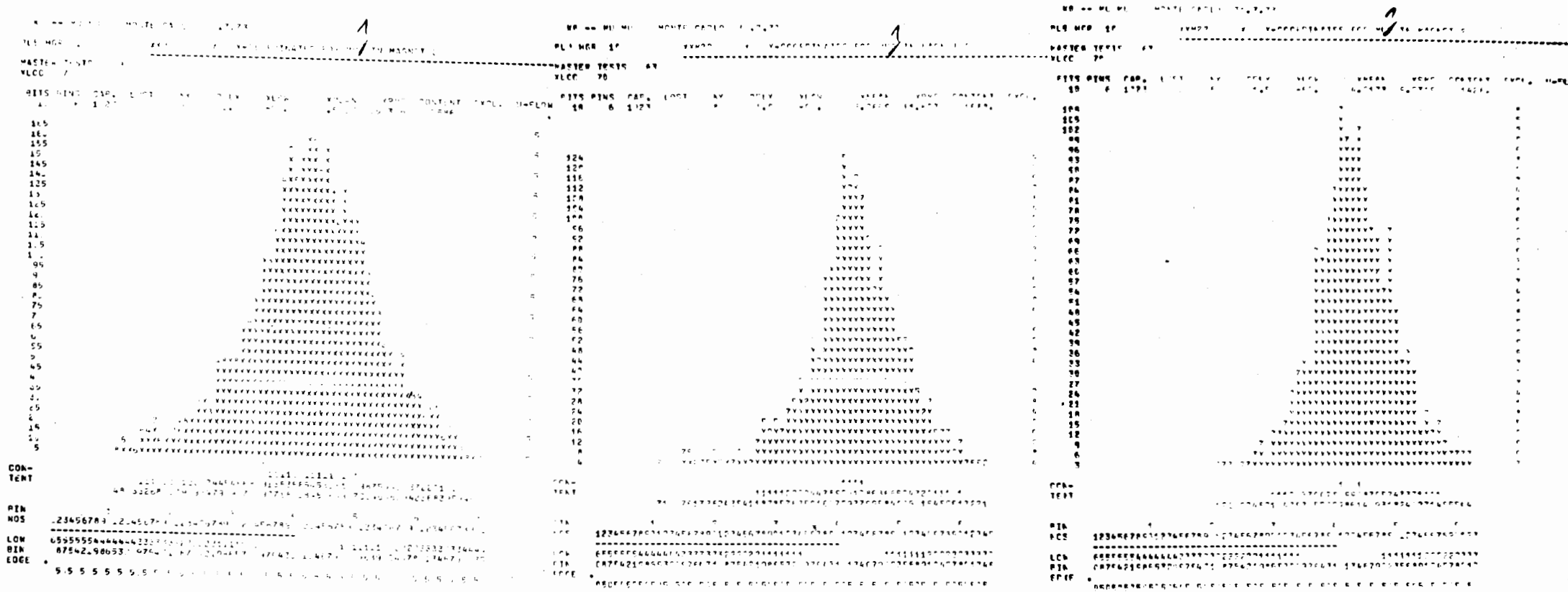
Гистограмма 9



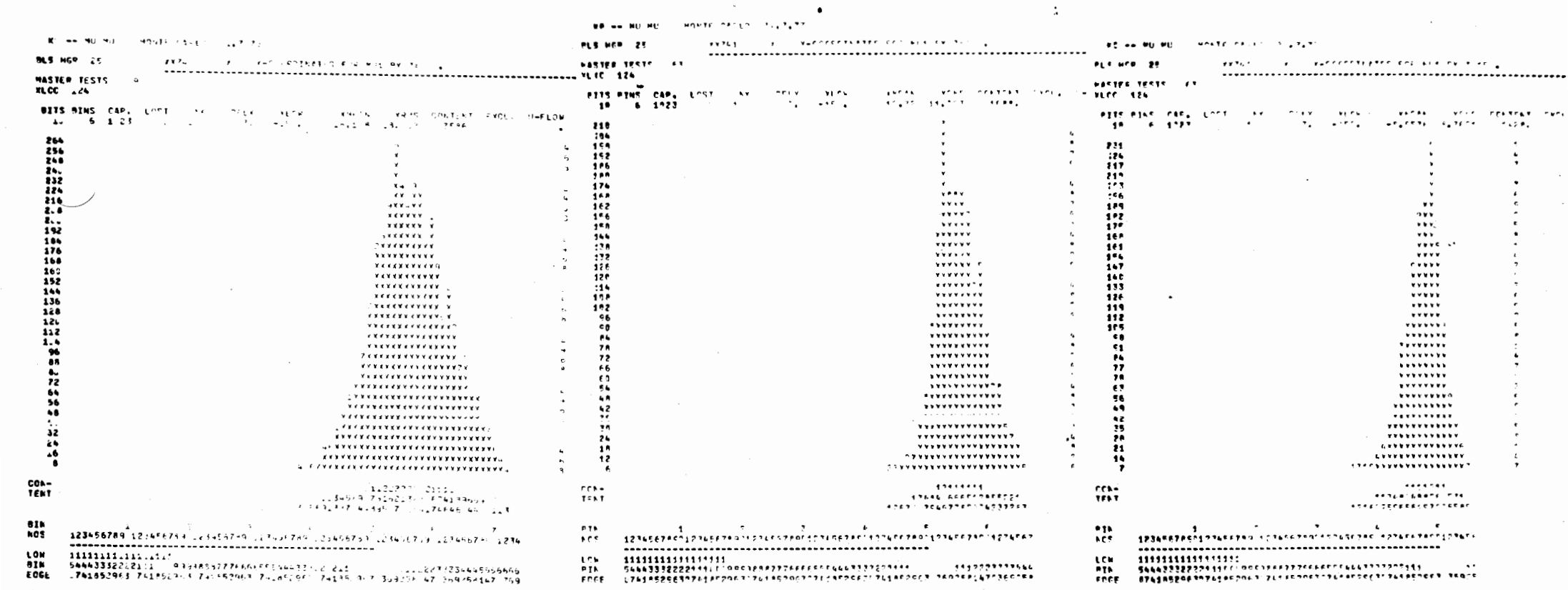
Гистограмма IO



Гистограмма II

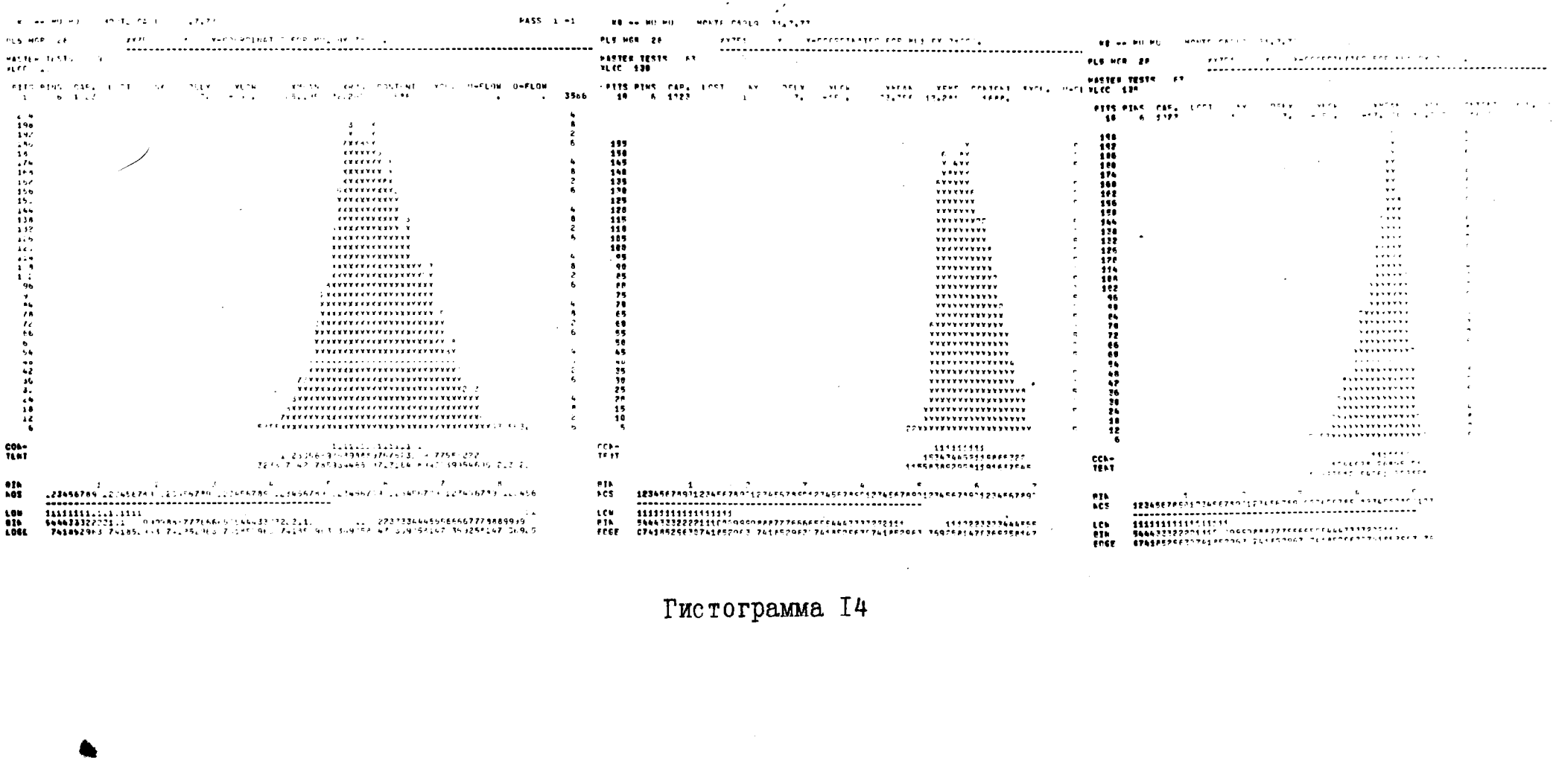


Гистограмма I2

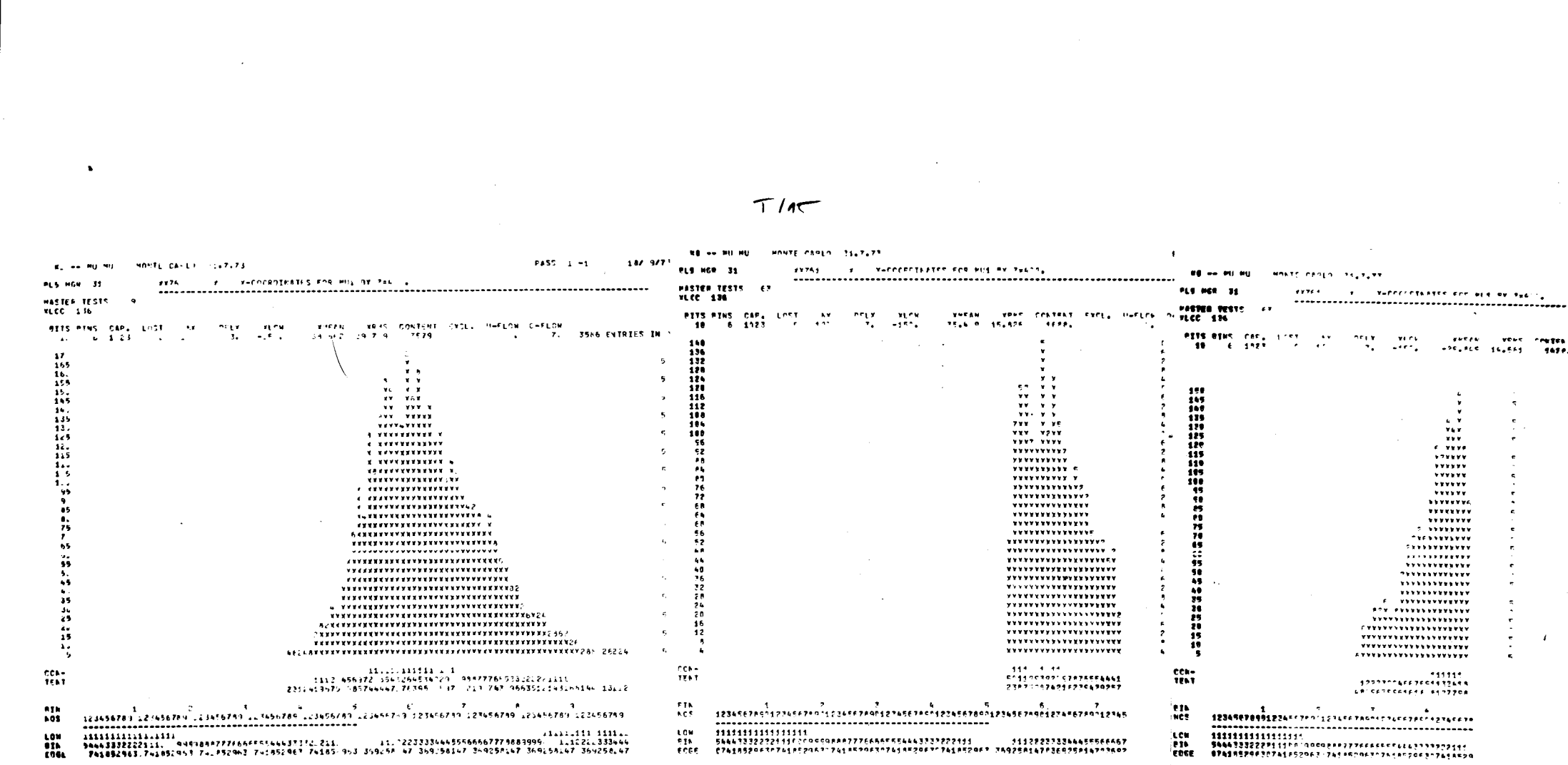


Гистограмма I3

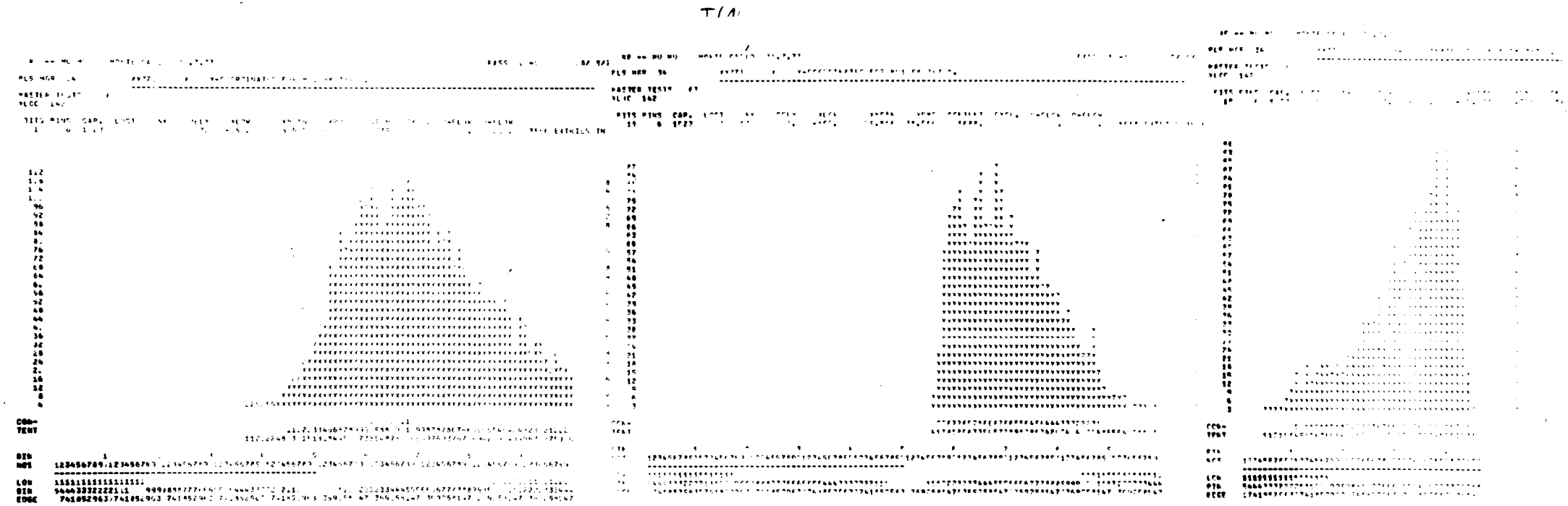
I/14



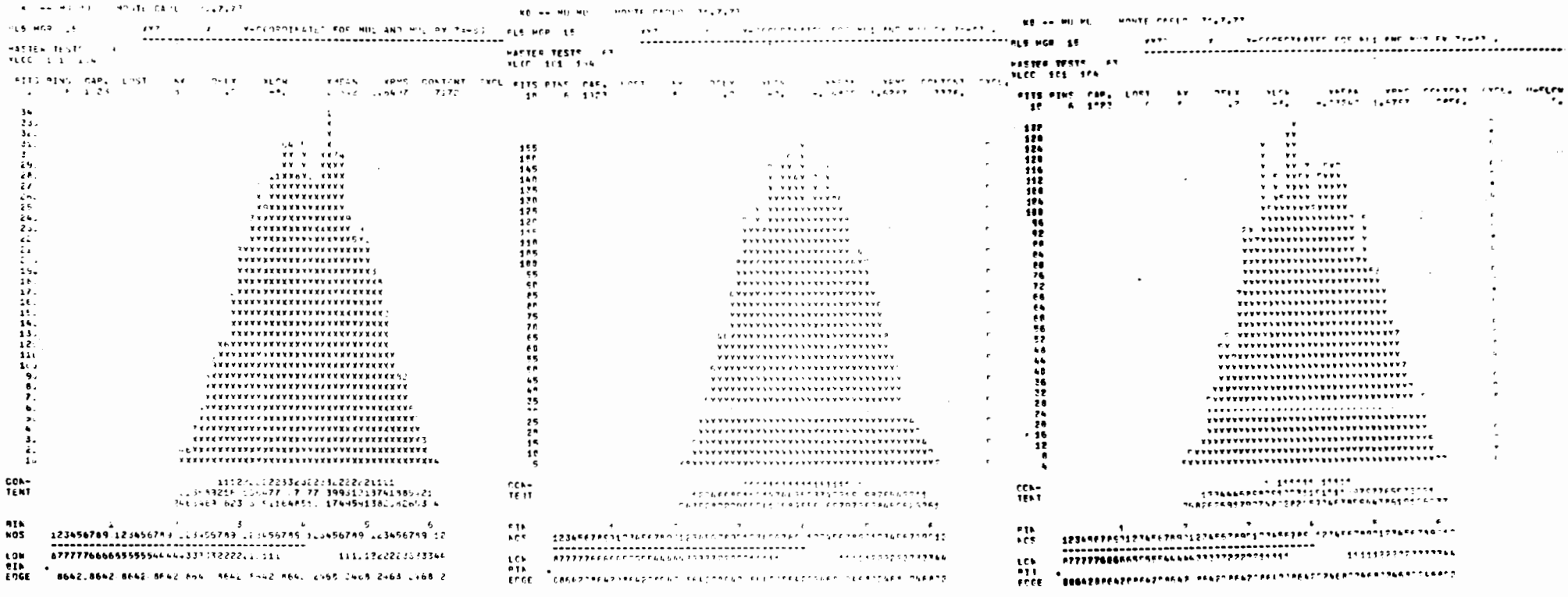
Гистограмма I4



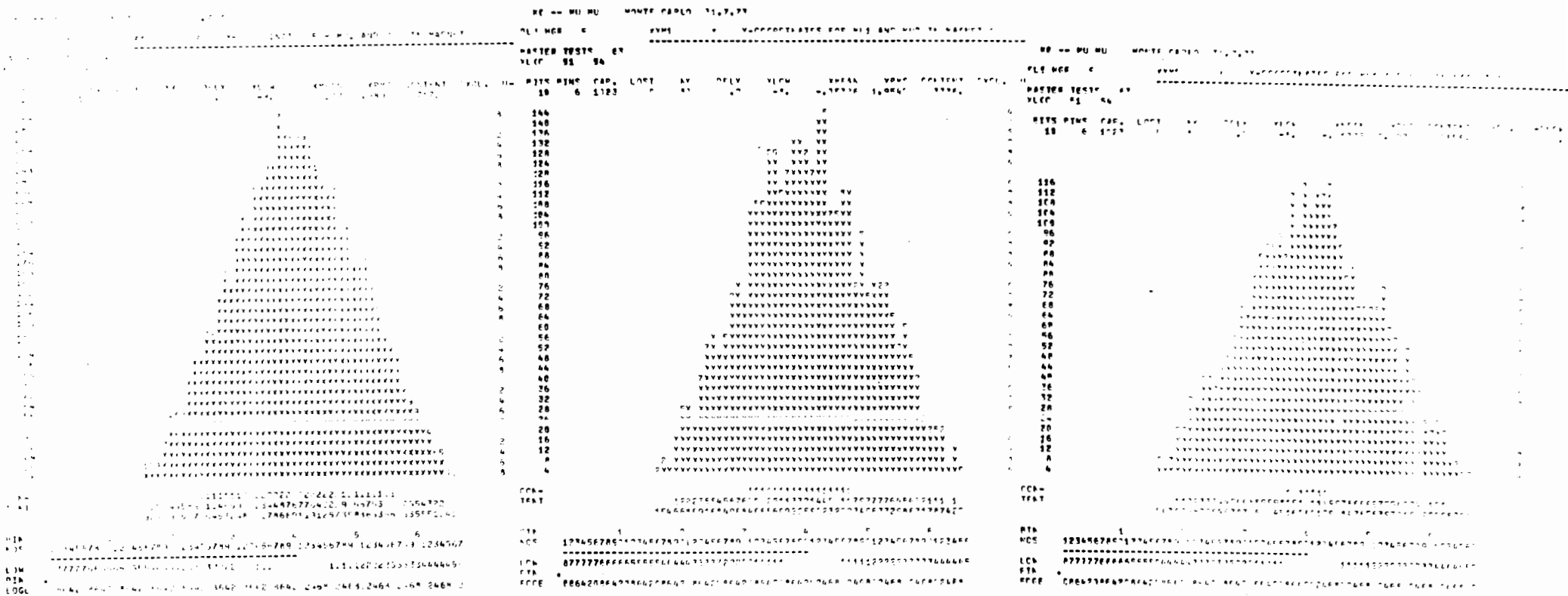
Гистограмма I5



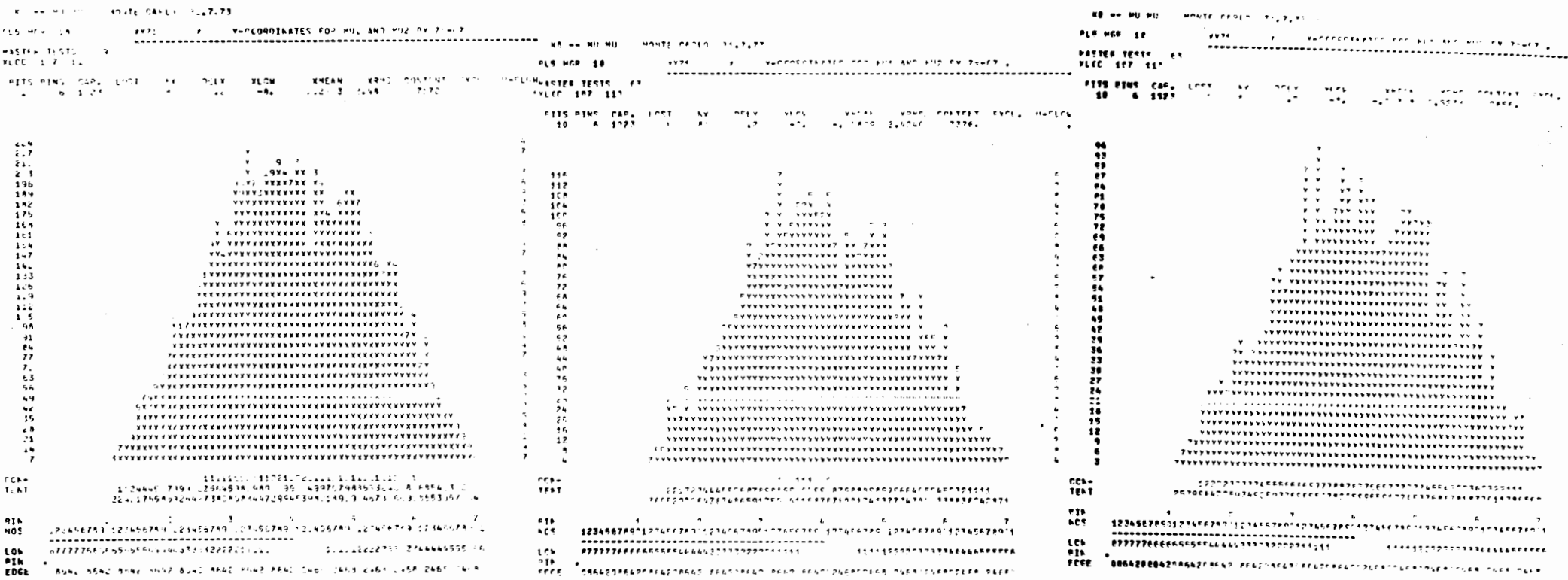
Гистограмма I6



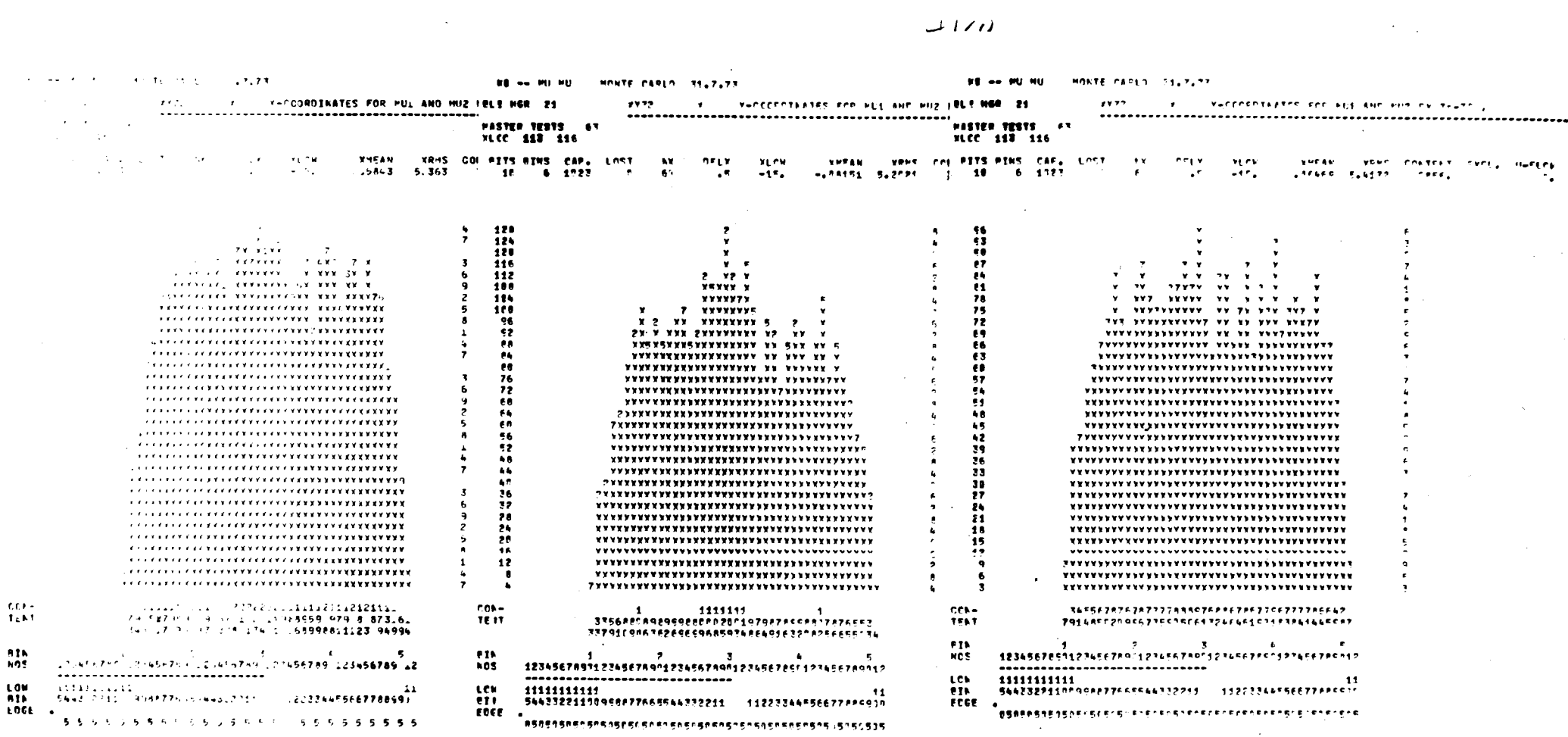
Гистограмма I7



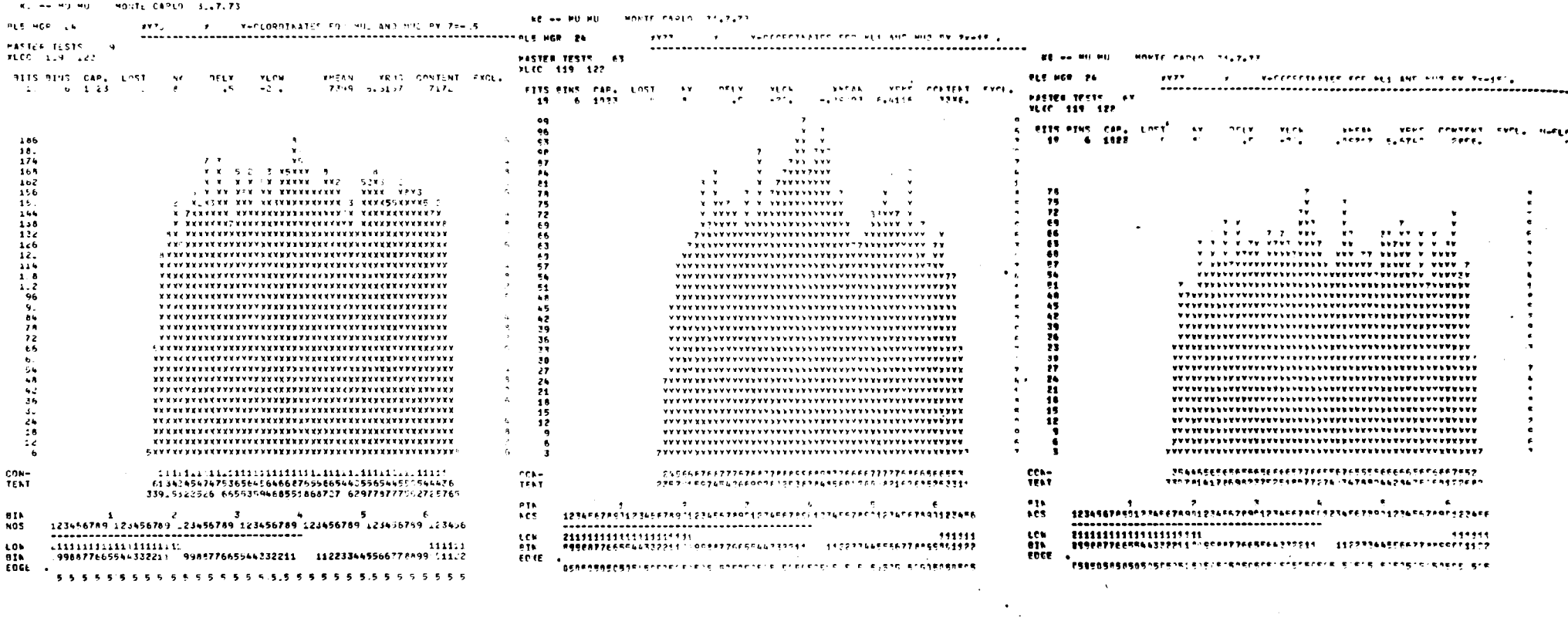
Гистограмма I8



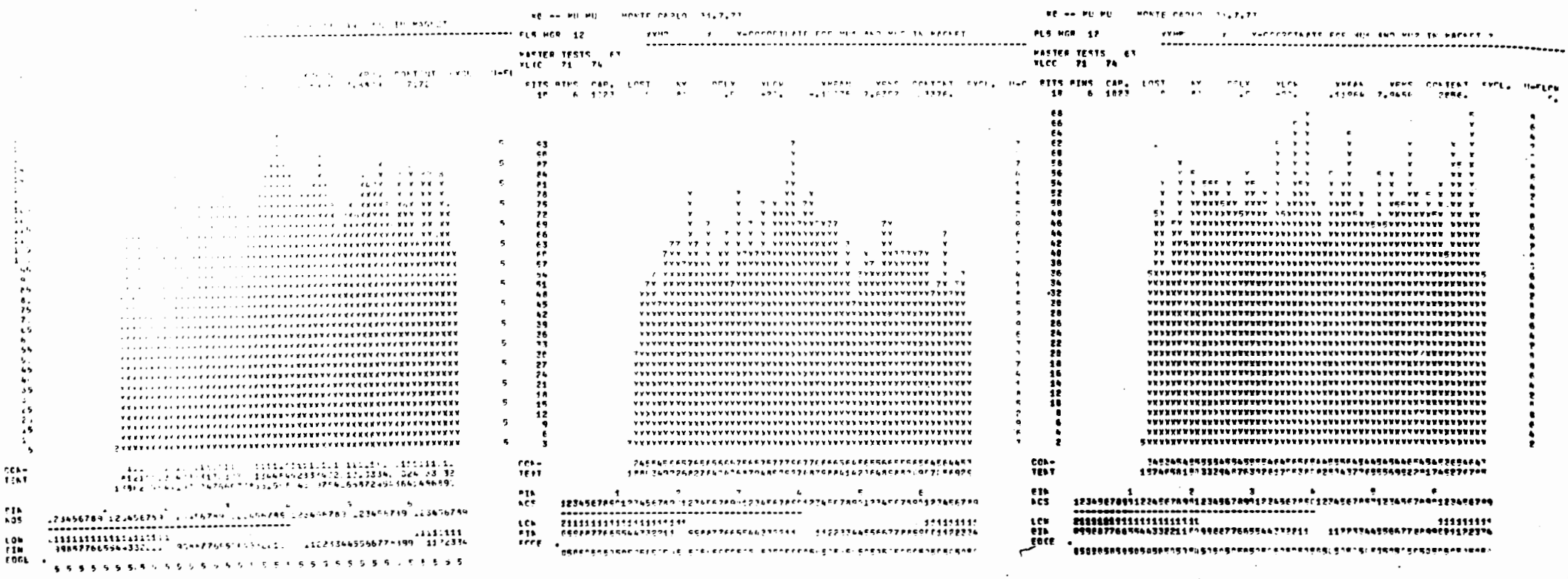
Гистограмма I9



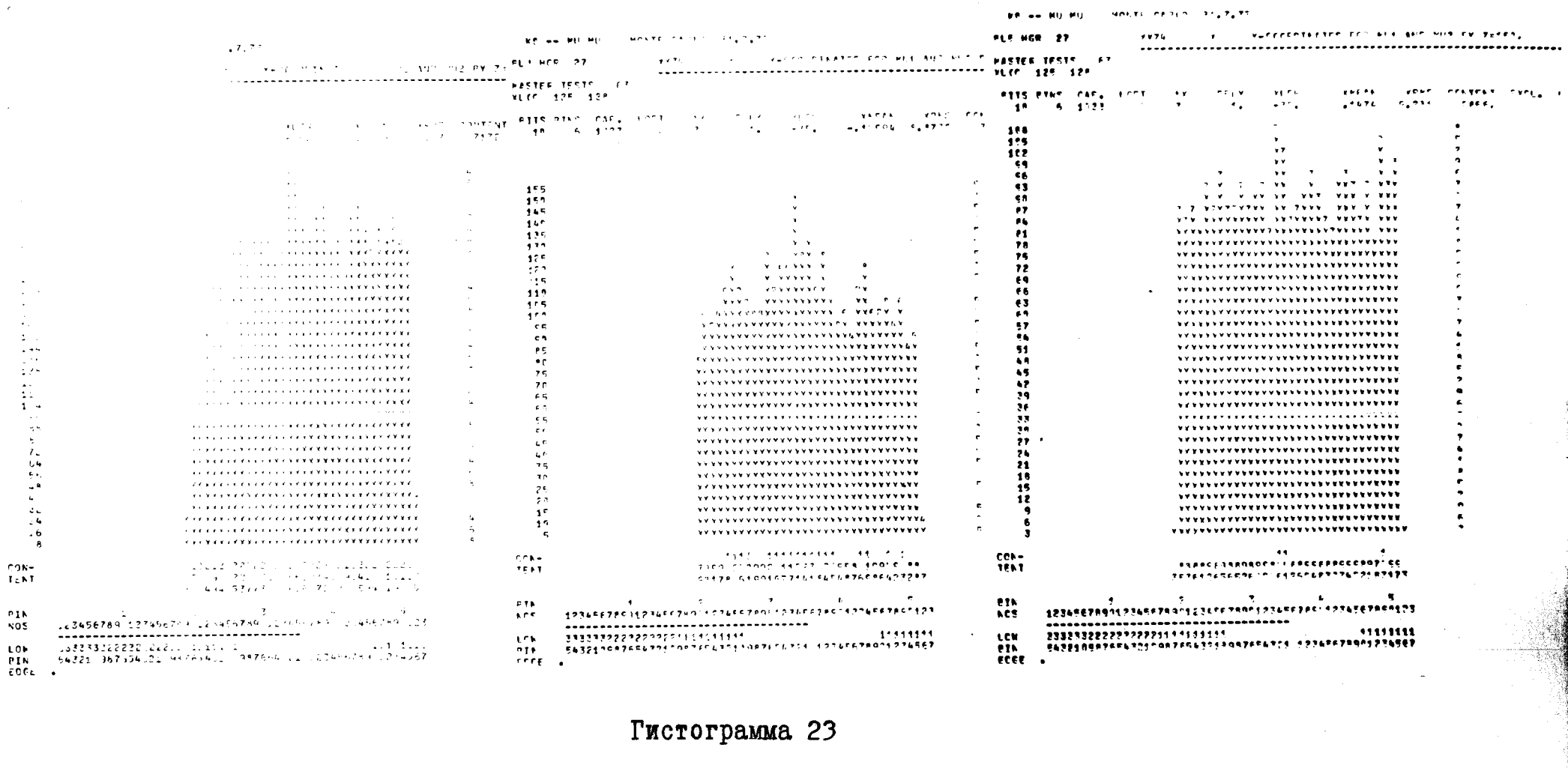
Гистограмма 20



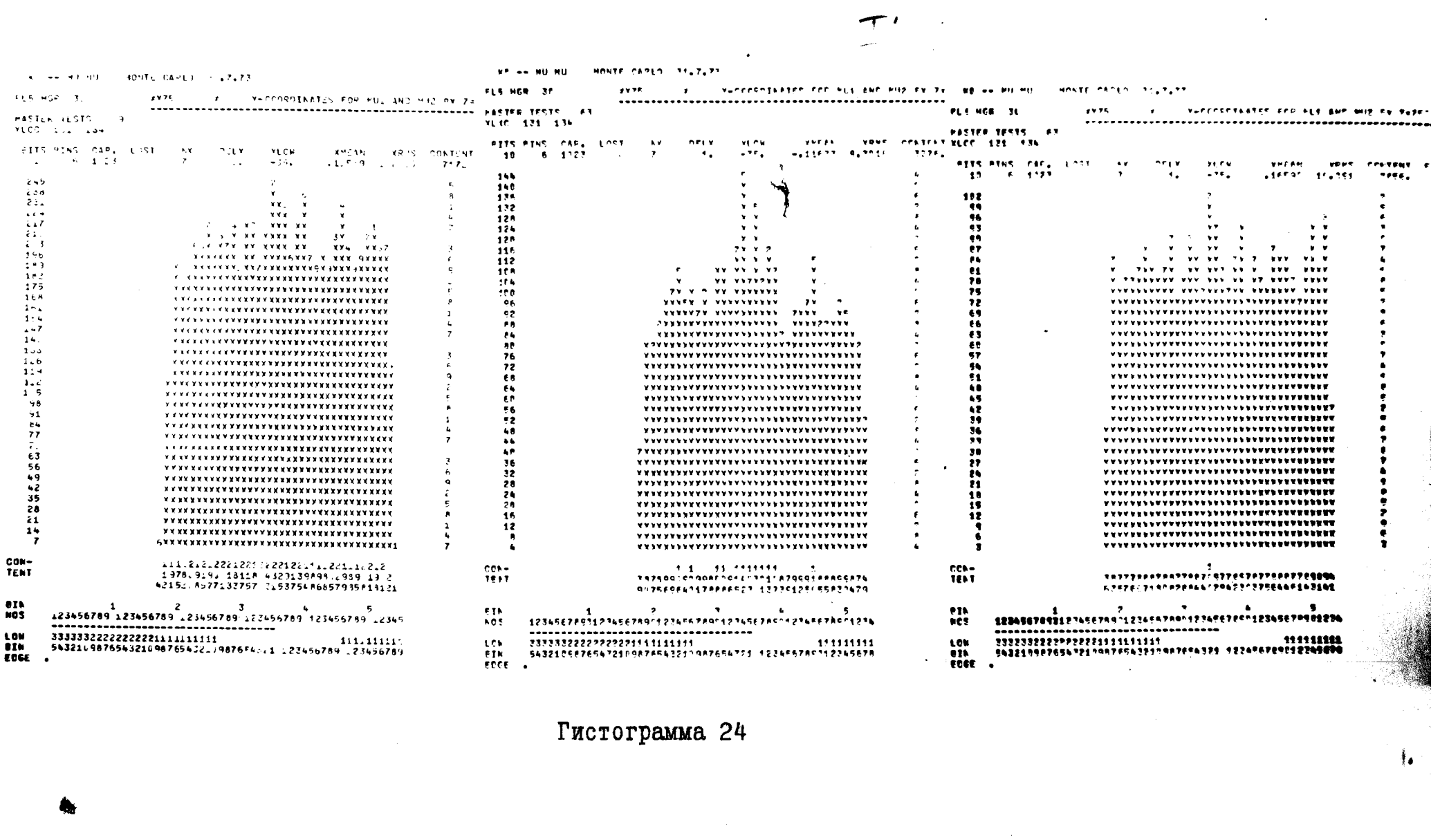
Гистограмма 2I



Гистограмма 22

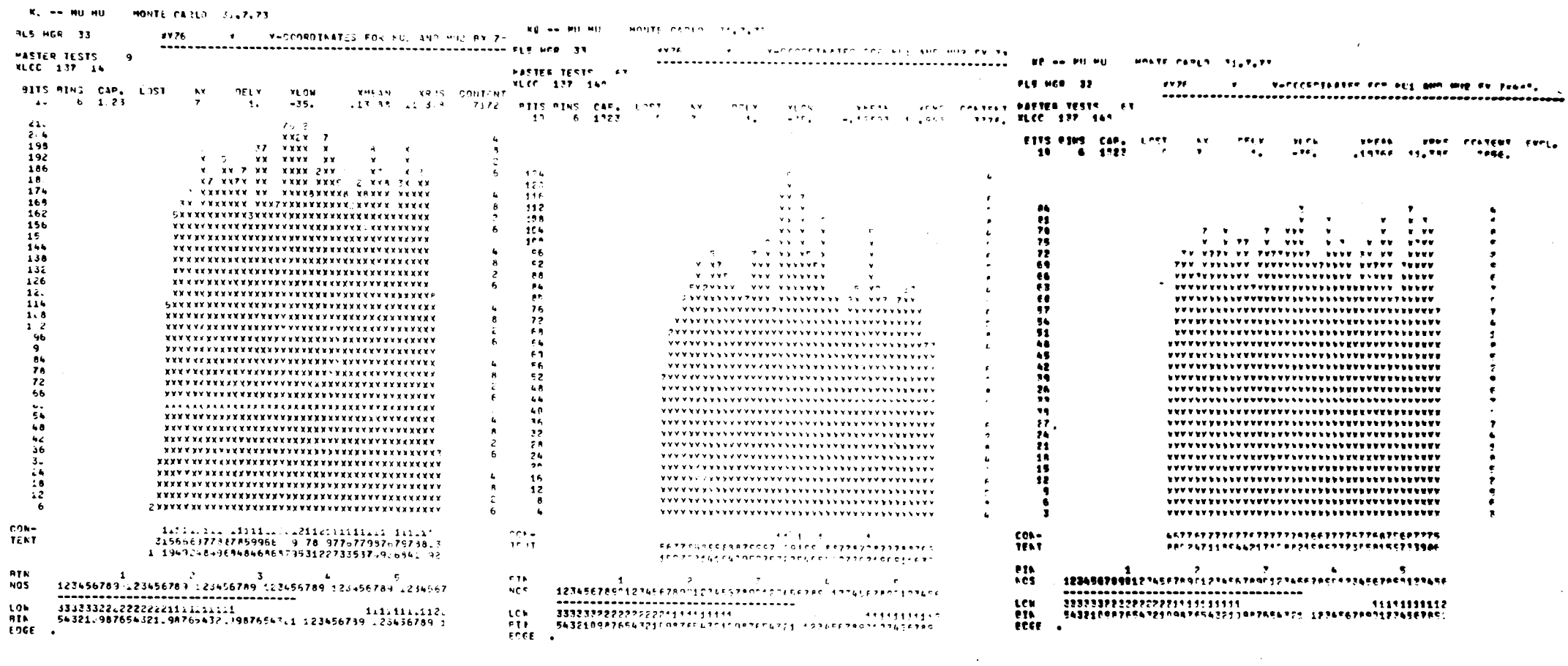


Гистограмма 23

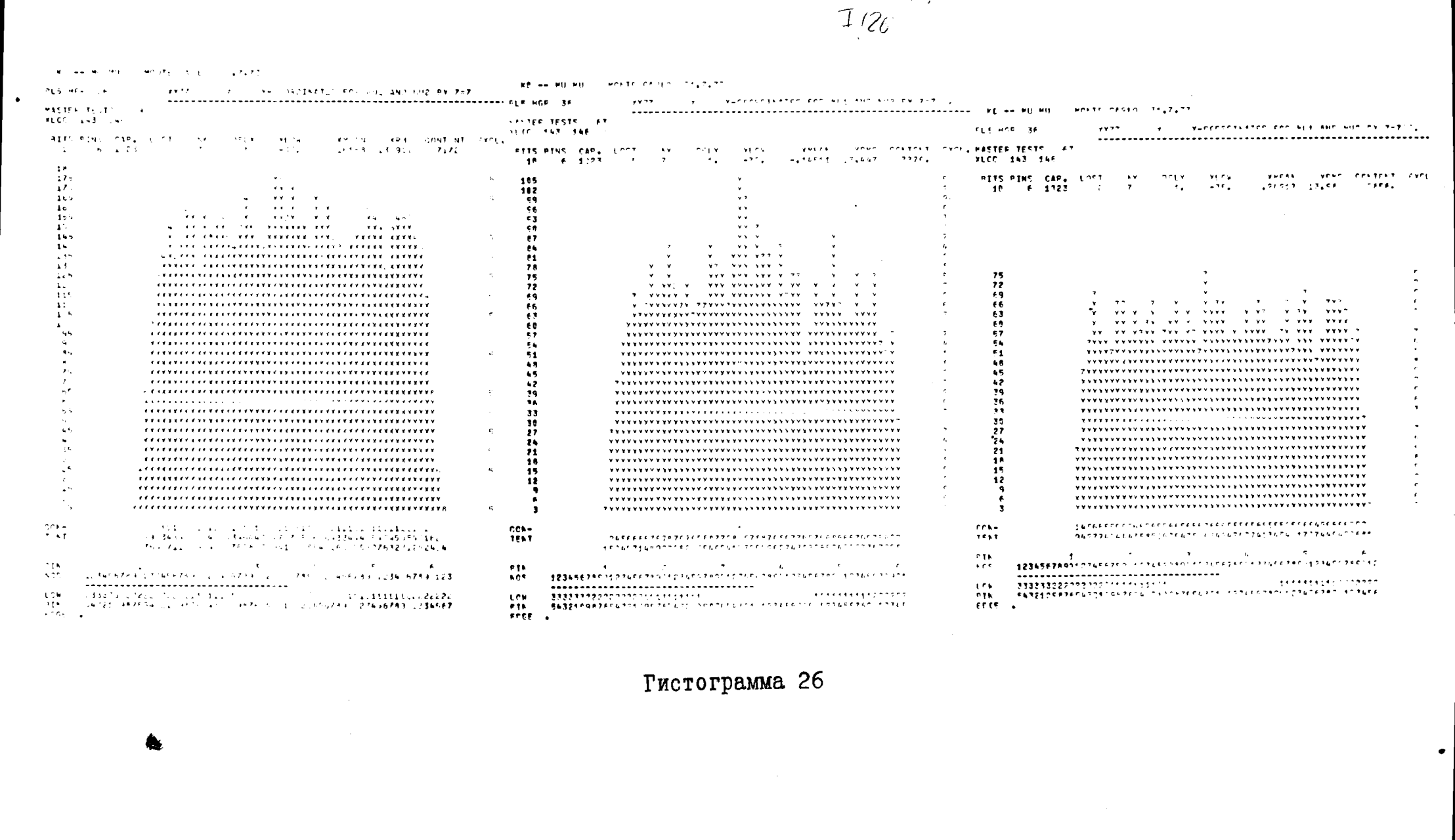


Гистограмма 24

J 125



Гистограмма 25



Гистограмма 26