

Линейный ускоритель электронов на энергию 10 МэВ с различными ускоряющими структурами



Выполнил: Буланов
А.В.

Группа: А08-06

Руководитель: Собенин
Н.П.

Группирователь

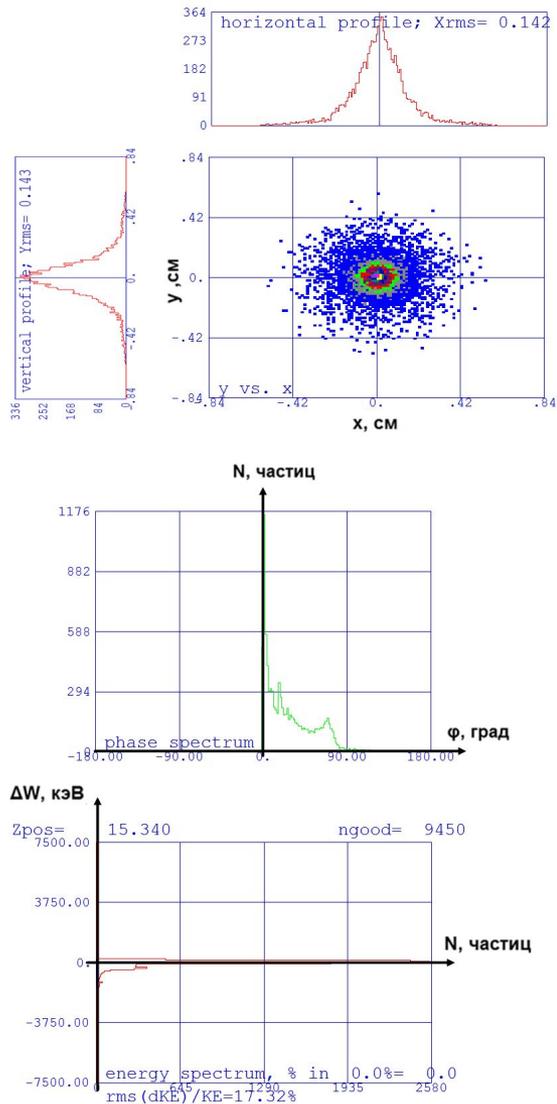


Рис.1 Сечение, фазовый и энергетический спектры пучка на выходе из группирователя

Группирователь состоит из 4х ячеек БУС. Для того, чтобы рассчитать мощность, которая должна поступать в группирователь, Произведено сведение баланса мощностей по формуле:

$$P_{\text{пучка}} + P_{\text{потерь}} = P_{\text{вх}}$$

Параметры ячеек БУС группирователя

Номер ячейки	1	2	3	4
Фазовая скорость	0,7	0,5	0,95	0,999
Напряженность поля, МВ/м	1,7	11	16	20
Длина, м	3,0	2,1	5,0	5,24

Параметры пучка на выходе из группирователя

Ток инжектора, А	0,43
Ток на выходе, А	0,364
Рпотерь, МВт	0,25
Рпучка, МВт	0,56
Входная мощность Рвх, МВт	0,81
Максимальная энергия, МэВ	1,71
Коэффициент захвата общий, %	84,6

ЛУЭ комбинированный

В секцию БУС инжектируется пучок с энергией 30 кэВ, в которой он группируется, затем попадает в секцию КДВ-М, где ускорение происходит на бегущей волне, на виде колебание $2\pi/3$. Настроен такой режим ускорение, что вся мощность, поступающая в БУС, идёт не потери в стенках и пучок.

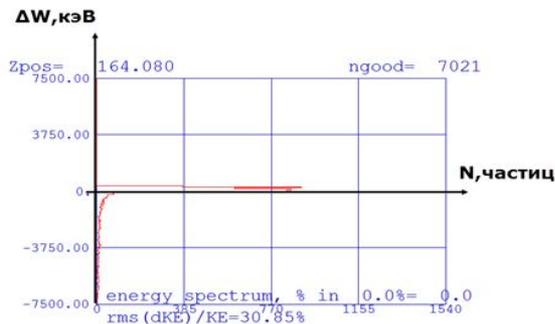
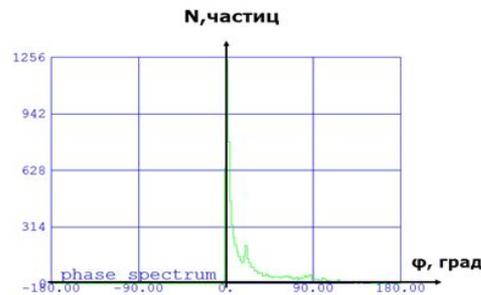
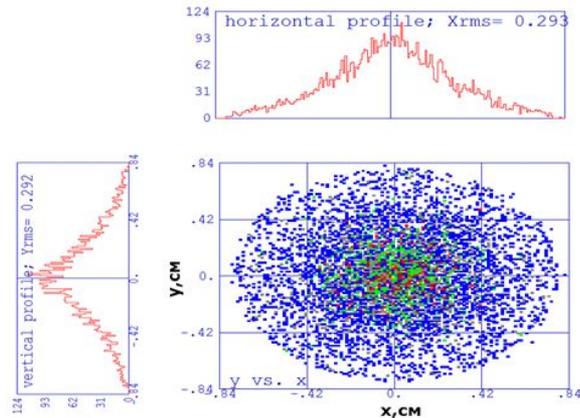


Рис.2 Сечение, фазовый и энергетический спектры пучка на выходе из ускорителя

4 ячейки БУС 40 ячеек КДВ-М	
Ток инжектора, А	0,43
Ток на входе КДВ-М, А	0,334
Рпотерь, МВт	2,27
Рпучка расч., МВт	2,93
Рпучка parmela, МВт	2,93
Поле в ячейке ТТВ, МВ/м	8,81
Ток на выходе, А	0,274
Максимальная энергия, МэВ	11,8
Средняя выходная энергия, МэВ	10,13
Коэффициент захвата в КДВ-М, %	82
Коэффициент захвата общий, %	63,7

ЛУЭ на стоячей волне

Аналогичный пучок после группирователя ускоряется в секции на стоячей волне, состоящей из 14 ячеек БУС. Колебания поля имеют вид $\Pi/2$, а их частота 2856 МГц.

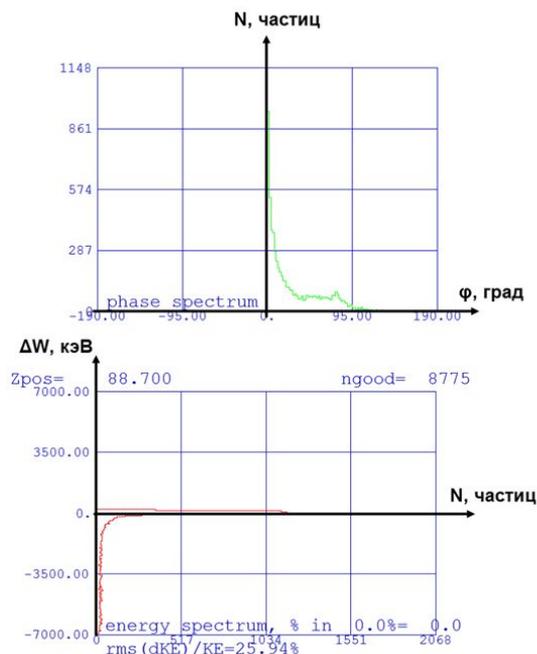
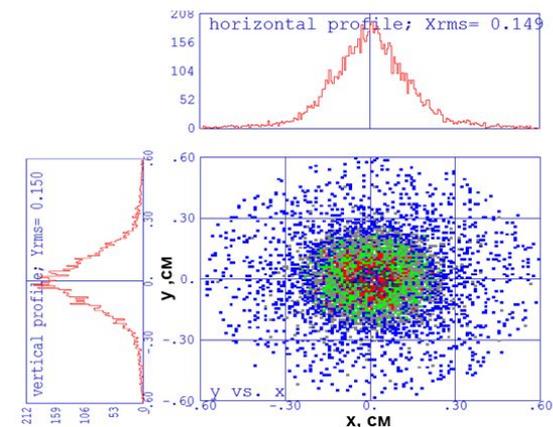


Рис.3 Сечение, фазовый и энергетический спектры пучка на выходе из ускорителя

Кол-во ячеек БУС	18
Ток инжектора, А	0,43
Рпотерь, МВт	2
Рпучка parmela, МВт	3,5
Поле в ячейке ТТВ, МВ/м	16,9
Ток на выходе, А	0,343
Максимальная энергия, МэВ	11,1
Средняя выходная энергия, МэВ	9,95
Коэффициент захвата обций, %	79,7
Электронный КПД, %	63,6

Сравнение ЛУЭ на стоячей волне и комбинированного

	На стоячей волне	комбинированный
Общая длина, м	0,887	1,6496
Ток инжектора, А	0,43	0,43
Рпотерь, МВт	2	2,27
Рпучка parmeter, МВт	3,5	2,93
Поле в ячейке ТТВ, МВ/м	16,9	8,81
Ток на выходе, А	0,343	0,274
Максимальная энергия, МэВ	11,1	11,8
Средняя выходная энергия, МэВ	9,95	10,13
Коэффициент захвата обций, %	79,7	63,7
Электронный КПД, %	63,6	53,3

ЛУЭ комбинированный с внешним магнитным полем

Для получения более сгруппированного пучка, было наложено внешнее поле с помощью соленоидов длиной 12 см и определено оптимальное положение $z_0=25$ см для первого соленоида и $z_0=120$ см для второго соленоида.

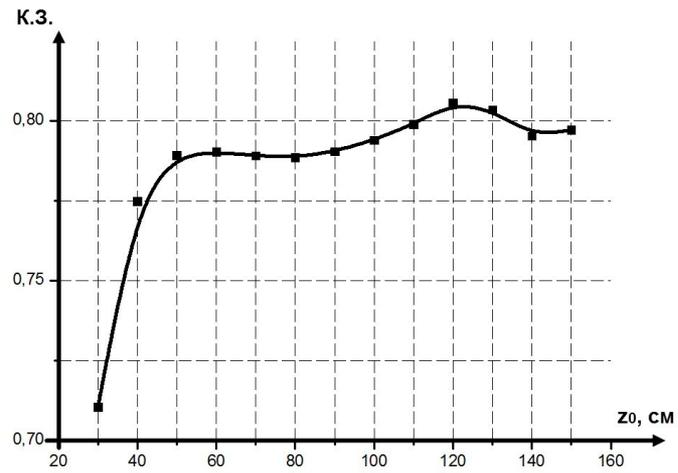
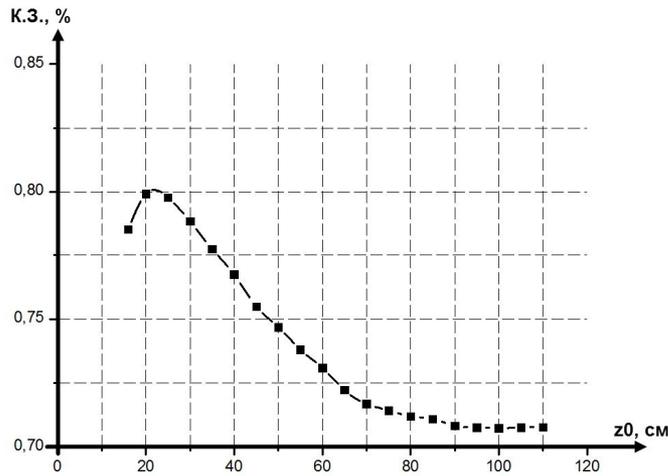


Рис.4 Зав-ть коэффициента захвата от положения первого (слева) и второго (справа) соленоидов)

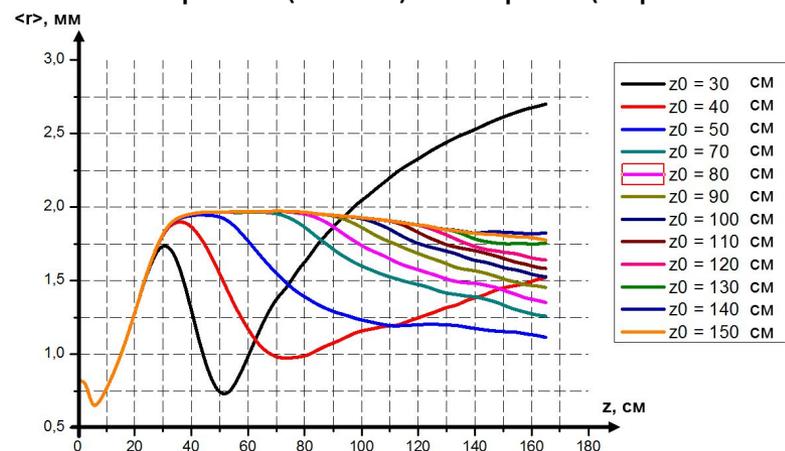
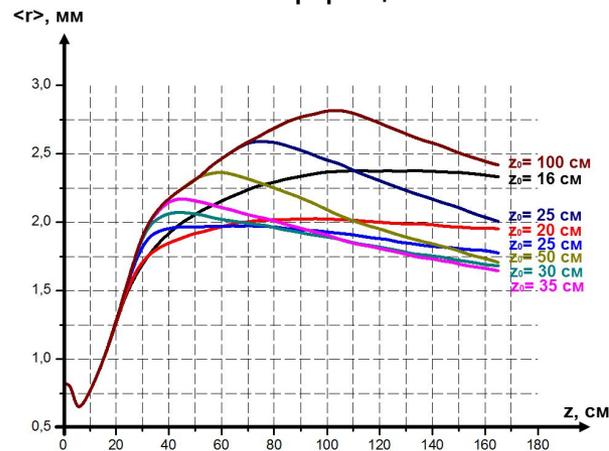
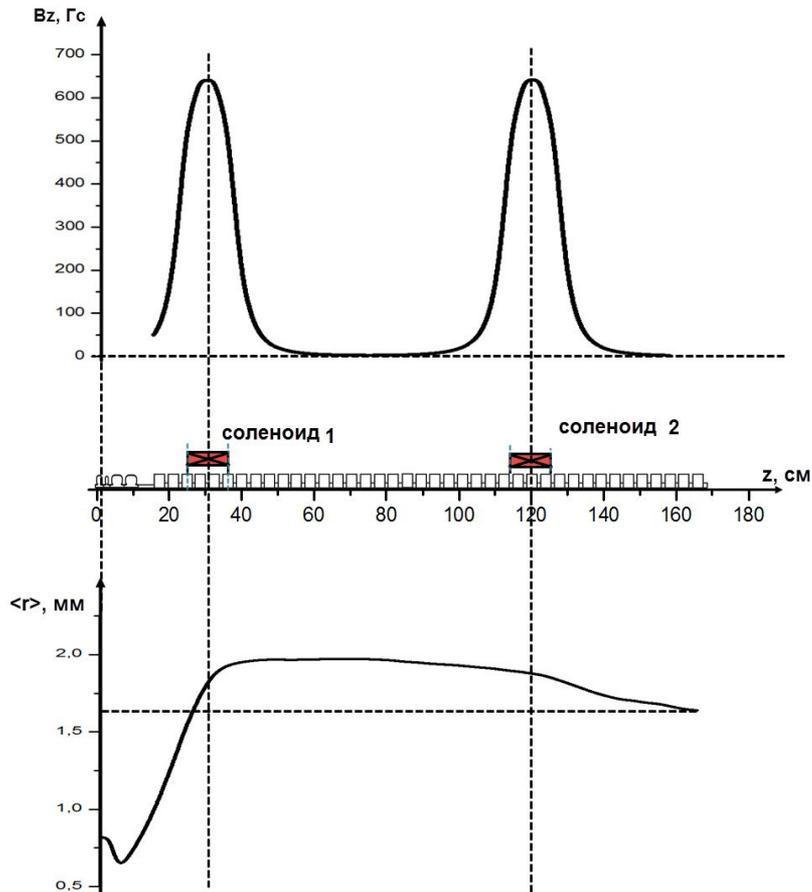


Рис.5 Зав-ть среднеквадратичного радиуса пучка от положения первого (слева) и второго (справа) соленоидов)

ЛУЭ комбинированный с внешним магнитным полем и без него



	с	без
Ток инжектора, А	0,365	0,43
Ток на входе КДВ-М, А	0,31	0,334
$P_{\text{потерь}}$, МВт	1,78	2,27
$P_{\text{пучка расч.}}$, МВт	2,98	2,93
$P_{\text{пучка parmela}}$, МВт	2,98	2,93
Поле в ячейке ТТВ, МВ/м	8,83	8,81
Ток на выходе, А	0,295	0,274
Максимальная энергия, МэВ	11,6	11,8
Средняя выходная энергия, МэВ	10	10,13
Коэффициент захвата в КДВ-М, %	95	82
Коэффициент захвата общий, %	80,8	63,7
Электронный КПД, %	54	53,3

ЛУЭ на стоячей волне с внешним магнитным полем

Для получения более сгруппированного пучка, было наложено внешнее поле с помощью соленоидов длиной 12 см и определено оптимальное положение $z_0=20$ см для первого соленоида и $z_0=35$ см для второго соленоида.

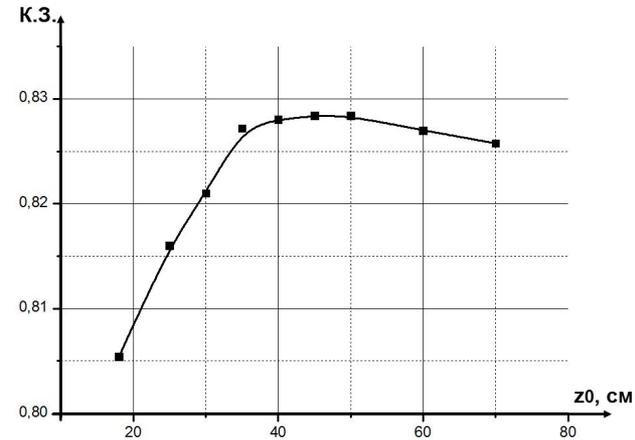
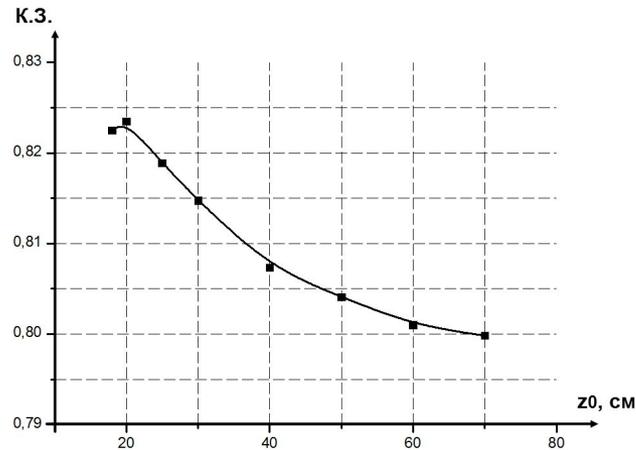


Рис.4 Зав-ть коэффициента захвата от положения первого (слева) и второго (справа) соленоидов

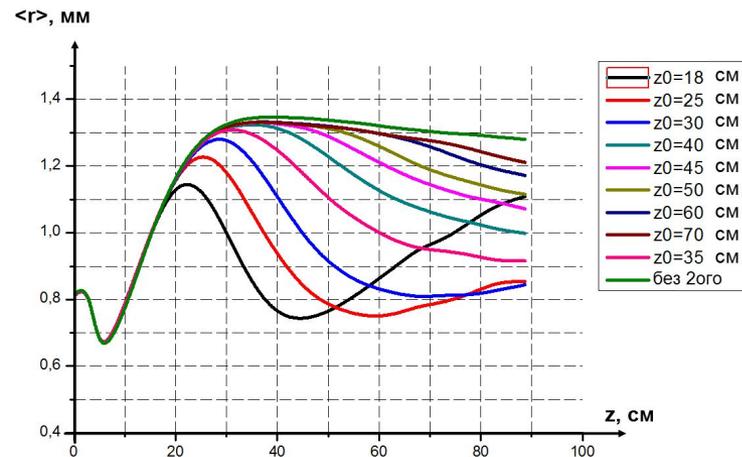
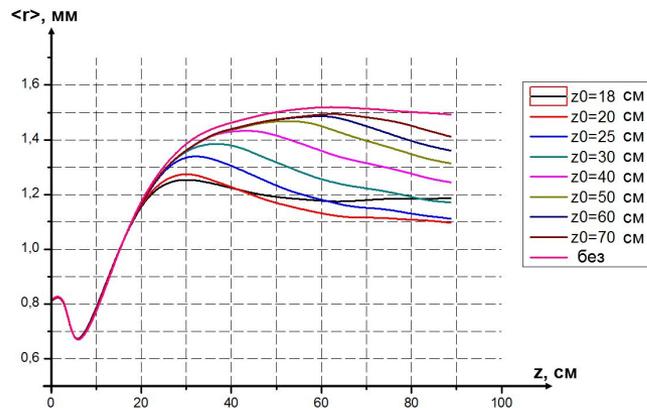
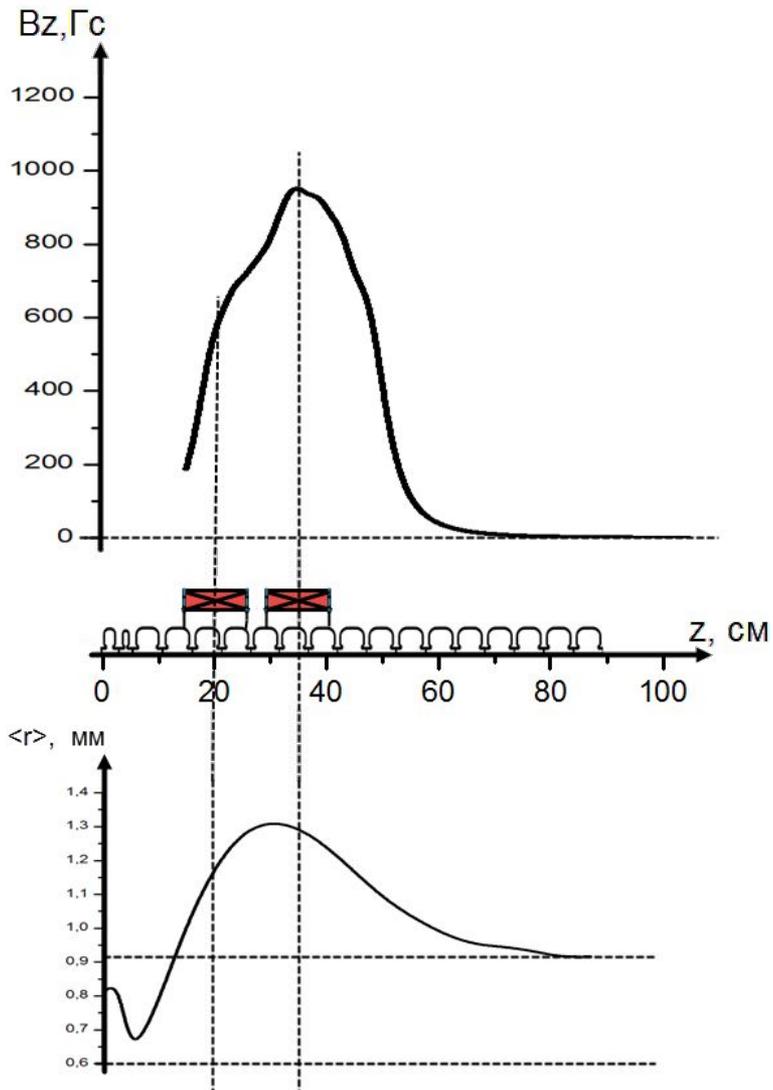
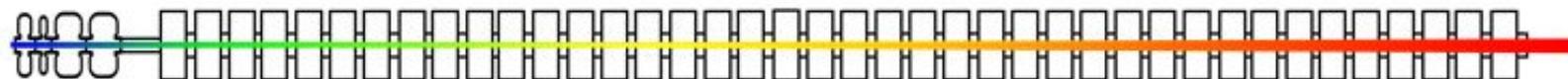


Рис.5 Зав-ть среднеквадратичного радиуса пучка от положения первого (слева) и второго (справа)

ЛУЭ на стоячей волне с внешним магнитным полем и без него



	с	без
Ток инжектора, А	0,42	0,43
$R_{\text{потерь}}$, МВт	2,01	2
$R_{\text{пучка parmela}}$, МВт	3,49	3,5
Поле в ячейке ТТВ, МВ/м	17	16,9
Ток на выходе, А	0,346	0,343
Максимальная энергия, МэВ	11,67	11,1
Средняя выходная энергия, МэВ	10	9,95
Коэффициент захвата общий, %	82,4	79,7
Электронный КПД, %	63,4	63,6



Спасибо за внимание!