

Түркістан облысы (4,6 млрд), Жамбыл облысы (4,1 млрд) Қарағанды облысы (2,3 млрд) және ШҚО (2 млрд) бар.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Молдахметов З.М., Газалиев А.М., Фазылов С.Д. Экология негіздері,- Қарағанды, - 2015.- 250 б.
2. Пол Л.Нокс., Салли Л.Марстон., Адамзат географиясы: Аймақтар мен өлкелерге жаһандық көзқарас 7-басылым. - Алматы, 2016 – 434 Б.
3. Бродский А.К. Жалпы экологияның қысқаша курсы. - Алматы. - 2016. -212 б.
4. Братков В.В., Н.И. Овдиенко., Геоэкология.- Алматы, 2014.-262 б.
5. Талжанов С.А. Орталық Қазақстан табиғи-жайылымдарын тиімді пайдаланудың тарихи-географиялық ерекшеліктері //КазҰУ хабаршысы. Серия география. -2003. - №4 – 24-27 бб.

**Жанбирбаева П.А.**, Карагандинский государственный университет имени академика Е.А.Букетова, физико-технический факультет, гр. ФОК-400 п/я, студент  
(*Научный руководитель – доктор PhD, доцент Камбарова Ж.Т.*)

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ СХЕМЫ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО КОЛЛИМАТОРА ПУЧКОВ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ**

Одной из функций электронно - оптических элементов, представляющей практический интерес, является коллимация пучков заряженных частиц. В работе рассмотрена задача коллимации пучков заряженных частиц. В корпускулярной оптике эта задача позволяет резко снизить потери интенсивности при транспортировке пучков заряженных частиц и технически реализуется с помощью электростатических линз и зеркал.

Проведено численное моделирование схемы электростатического коллиматора для транспортировки пучков заряженных частиц на большие расстояния без потери интенсивности. Коллиматор представляет собой электростатическое сферическое зеркало. Коллиматор дает возможность получить параллельные пучки заряженных частиц. Параллельные пучки можно передавать на большие расстояния и в любой точке сфокусировать их на детектор.

Коллиматором называется прибор, образующий параллельный пучок. Коллиматор часто применяется для всякого рода контрольных испытаний и исследований деталей и узлов. Он является частью ряда приборов: спектральных, контрольно-измерительных, прицельных, приборов связи и сигнализации и др. Широкое применение коллиматоры имеют в ускорителях, для поглощения частиц с большими поперечными импульсами. В протонных или ионных ускорителях, использующих сверхпроводимость, как, например, в Большом адронном коллайдере, потери частиц пучка при отсутствии коллиматоров, могут вызывать повреждение оборудования, или просто срывы сверхпроводимости с высвобождением огромной энергии, запасённой в магнитном поле.

Оптический коллиматор - это устройство для получения пучков параллельных световых лучей (рис.1). Оптический коллиматор состоит из объектива (в простейшем случае вогнутого зеркала) в фокальной плоскости которого помещён источник света малой величины. Наиболее часто таким предметом служит отверстие непрозрачной диафрагмы, например узкая щель постоянной или изменяемой ширины. Относительное положение объектива и источника фиксируется закреплением их в корпусе (обычно трубообразной формы). Зачёрнённые изнутри стенки корпуса поглощают лучи, направление которых не совпадает с оптической осью объектива. Неидеальность параллельного пучка, выходящего из коллиматора, обусловлена конечным размером источника и aberrациями объектива. Фокусное расстояние, действующее отверстие и качество исправлений aberrаций объектива, а также форма и размеры предмета выбираются в соответствии с назначением коллиматора и условиями его использования.

Коллиматоры применяются, например, в астрономии для выверки больших измерительных инструментов и определения их коллимационной ошибки, в спектральных приборах для получения пучков света, направляемых в диспергирующую систему, в разнообразных измерительных, испытательных и выверочных оптико-механических приборах и прицельных системах. Коллиматор входит в состав автоколлимационных устройств.

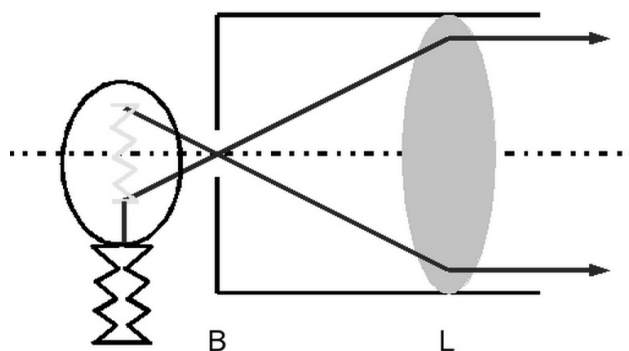


Рис.1.Простейший оптический коллиматор.  
Диафрагма расположена в фокусе линзы

Коллиматоры для получения приблизительно параллельных пучков ионизирующего излучения (или частиц, вплоть до молекул) представляют собой длинное отверстие с той или иной формой поперечного сечения, сделанное в поглощающем материале (рис.2). Например, коллиматор гамма- или рентгеновских квантов может быть отверстием в свинцовом поглотителе; коллиматор тепловых нейтронов - отверстием в кадмиевом или борном поглотителе. На одном из концов коллиматора находится источник излучения. Простейшие коллиматоры такого рода могут применяться и в оптике. Когда необходимо получить плоский пучок, применяются щелевые коллиматоры, в этом случае квазипараллельными являются только проекции лучей на плоскость, перпендикулярную плоскости щели.

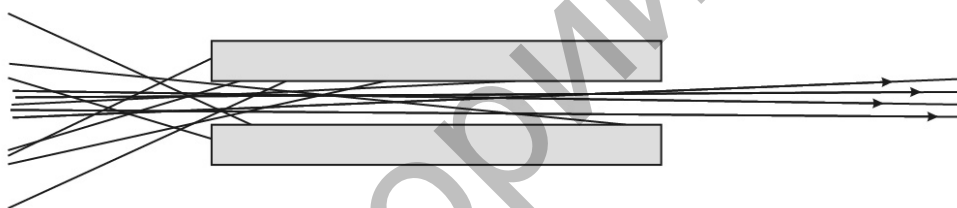


Рис.2.Коллиматор частиц

В работе [1] рассмотрена задача коллимирования заряженных частиц в сферическом зеркале с внутренним отражением. Определены условия коллимирования в электростатическом сферическом зеркале. Показано, что в условиях коллимирования второго порядка достигается высокое качество параллельности траекторий в пучке.

В работе [2] исследованы коллимирующие свойства сферического зеркала методом теории возмущений. Определены условия коллимирования пучков заряженных частиц в электростатическом сферическом зеркале при внешнем отражении. Показано, что достигается коллимирование второго порядка. Пучок заряженных частиц, выходящий из источника, расположенного на оси электростатического сферического зеркала, после внешнего отражения от зеркала становится параллельным при определенных условиях (рис.3). Согласно подходу теории возмущений, качество коллимирования можно охарактеризовать порядком, величина которого определяется числом одновременно обращающихся в нуль производных  $\left. \frac{d^n d_1}{d\alpha^n} \right|_{\alpha=\alpha_0} = 0$ .

В работе [3] проведены расчеты для режима коллимирования пучка заряженных частиц под углом симметрии в электростатических зеркалах цилиндрического, сферического и гиперболического типов. Рассмотрены система из последовательно расположенных цилиндрического и сферического зеркал, а также система из цилиндрического и гиперболического зеркал в режиме коллимирования заряженных частиц под углом симметрии системы. Определено, что угловая дисперсия по энергии системы из цилиндрического и гиперболического зеркал более чем в 2 раза превышает угловую дисперсию аналогичной системы со сферическим зеркалом, что позволяет ее использовать как самостоятельно, так и в качестве элемента с повышенной угловой дисперсией по энергии с последующей трансформацией ее линейную систему цилиндрических зеркал.

Режим внешнего отражения пучка сферическим зеркалом представляет самостоятельный практический интерес. В этом режиме пучок заряженных частиц входит в область поля и в результате отражения выходит из нее через внешний сферический электрод. В качестве метода изучения был применен подход теории возмущений, позволяющий функцию размытия изображения представить в виде ряда по малым величинам начального разброса в пучке по углу расходимости и энергии. Критерии угловой фокусировки различных порядков сформулированы в виде требования равенств нулю производных от функции изображения по углу расходимости пучка. Критерием оценки правильности результатов полученных методом теории возмущений является адекватность их данным, рассчитанным по точным формулам для длин пробегов частиц в сферическом зеркале.

Синтез электронно-оптических систем сложной структуры, отвечающих заданным требованиям, практически неосуществим без этапа предварительного численного моделирования и анализа. Это позволяет в реальное время рассмотреть десятки вариантов искомой конструкции электронно-оптической системы, не прибегая при этом к созданию опытных образцов. Таким образом, значительно расширяются границы возможного поиска оптимальной конструкции электронно-оптических систем, что позволяет оценить ее параметры, которые трудно измерить или невозможно измерить с требуемой точностью [5].

Численное моделирование электронно-оптических систем традиционно включает в себя такие разделы, как моделирование электростатических полей и вычисление траекторий заряженных частиц в этих полях. Численное моделирование в отличие от аналитического обладает рядом преимуществ, основным из которых является более низкий уровень идеализации реальных конструкций [6].

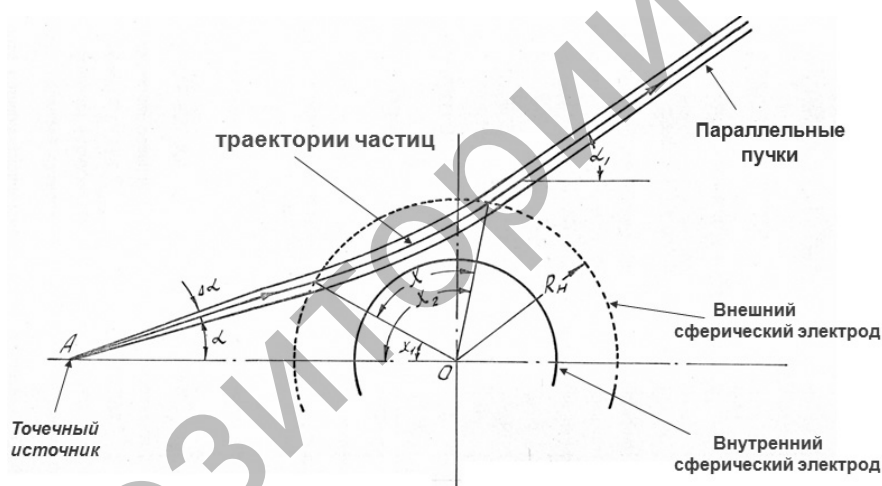


Рис.3. Ход траекторий в сферическом зеркале в режиме коллимации

Проведено моделирование электронно-оптической схемы сферического зеркала с помощью программы моделирования осесимметричных электронно-оптических схем «Фокус» в режиме питания постоянным электрическим полем. Электростатическое сферическое зеркало образовано двумя концентрическими электродами, имеющими форму сфер. Внешняя сфера заземлена, а на внутреннюю подается задерживающий потенциал.

Программа «Фокус» позволяет в графическом режиме осуществить ввод и модификацию конструкции, вычислить распределение потенциала в выделенной области и провести траекторный анализ системы [4].

На рис.4 приведена конструкция сферического зеркала, состоящая из двух концентрических электродов.

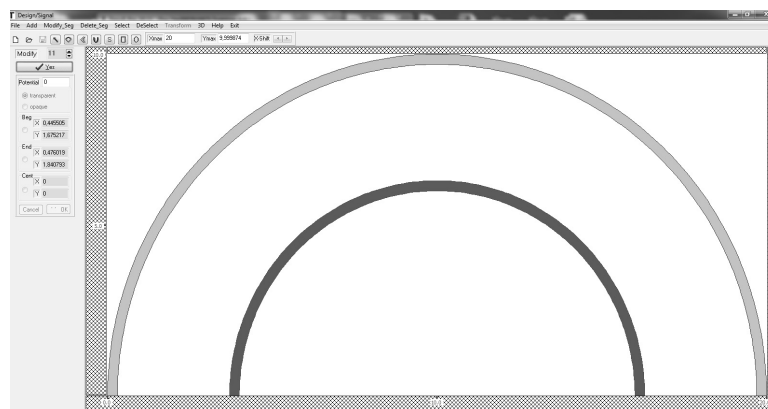


Рис.4. Конструкция сферического зеркала

Общая протяженность системы – 20. На внутренний электрод подан потенциал  $U=1$ , внешний электрод под потенциалом Земли. Внешний электроды выбран прозрачным для заряженных частиц при их движении в поле электронно-оптической системы. Радиусы внутреннего и внешнего концентрических электродов выбраны  $R_{in}=6$ ,  $R_{out}=10$ . Толщина электродов 0,3. Все параметры выражены в относительных единицах.

На рис.5 показано распределение поля в электронно-оптической системе сферического зеркала. Здесь произведено вычисление значений потенциалов в узлах сетки разбиения области и закрашивание поля вывода цветом, в каждой точке который соответствует величине потенциала – чем больше потенциал, тем «теплее» цвет. На рис.6 приведено трехмерное изображение конструкции сферического зеркала.

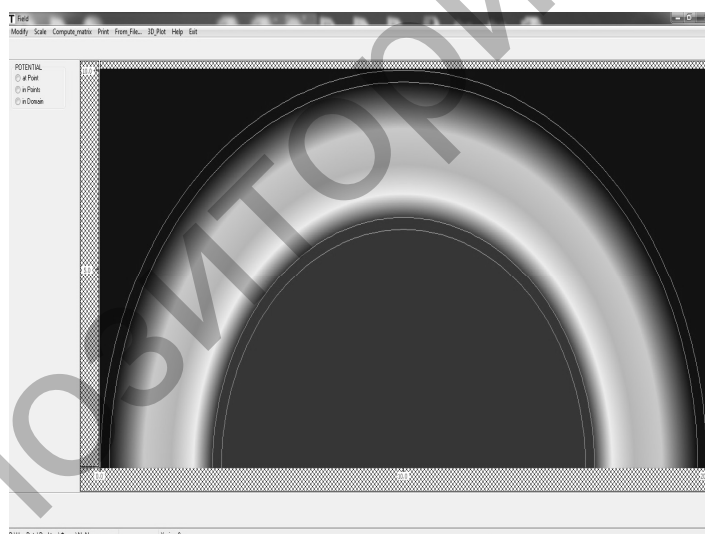


Рис.5. Функция распределения поля в сферическом зеркале

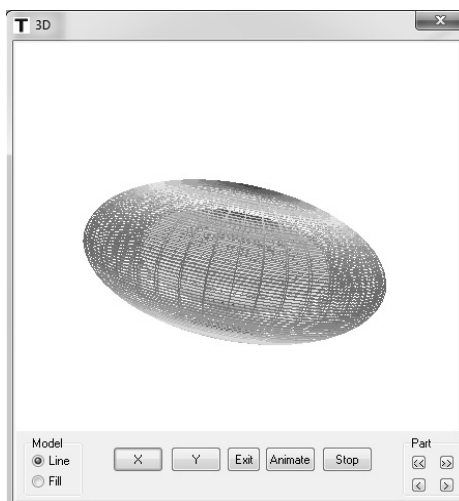


Рис.6. Трехмерное изображение конструкции сферического зеркала

На рис.7 приведено множество траекторий частиц с энергией  $E/V=3$ , вылетающих из точечного источника, расположенного на оси симметрии на расстоянии 12,8 от центра сферического зеркала. Диапазон углов входа в поле сферического зеркала  $32^{\circ}$ - $42^{\circ}$ . На рисунке можно увидеть эквипотенциальные линии поля электронно-оптической системы. При расчетах шаг изменения угла был равен  $2^{\circ}$ . Из рис.7 видно, что пучок заряженных частиц, выходящий из точечного источника, входит через внешний электрод в поле сферического зеркала, далее после отражения от поля, становится параллельным.

Рассчитана угловая дисперсии по энергии схемы. Для этого рассмотрены траектории движения заряженных частиц с различными начальными энергиями. Угловая дисперсия по энергии составляет  $d\alpha/d\varepsilon = 3,73$ . К примеру, в этом режиме при начальном раскрытии пучка  $\alpha = 36^{\circ}$ - $39^{\circ}$  угловое отклонение граничных траекторий от  $\alpha = 37^{\circ}$  на выходе из зеркала составляет  $\Delta\alpha_1(-1^{\circ}) = -0,04198$ ,  $\Delta\alpha_2(2^{\circ}) = -0,093091$ , а осевой отклонение от центральной траектории  $\Delta l(-1^{\circ}) = -0,018667$ ,  $\Delta l(2^{\circ}) = -0,034666$ .

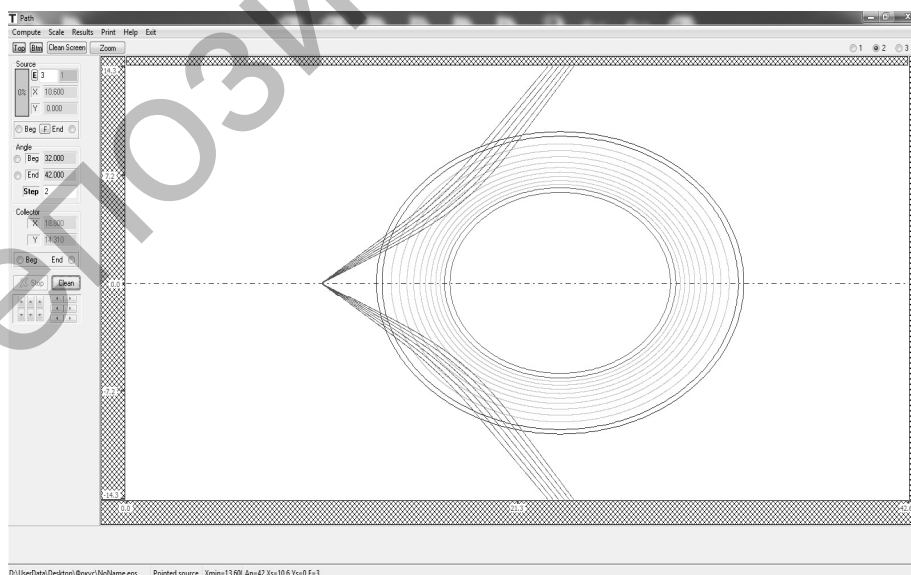


Рис.7. Коллимирование заряженных частиц в сферическом зеркале при внешнем отражении пучка

Таким образом, получена численная модель электростатического коллиматора на основе сферического зеркала. Проведен расчет траекторий заряженных частиц в численном в виде.

Определены условия коллимирования в сферическом зеркале при внешнем отражении пучков заряженных частиц. Электростатическое сферическое зеркало в режиме внешнего отражения пучков заряженных частиц можно использовать в качестве коллиматора. Сферическое зеркало обеспечивает высокое качество коллимирования пучков и может быть использовано дополнительным элементом в различных устройствах.

Литература:

1. Зашквара В.В., Юрчак Л.С., Былинкин А.Ф. Электронно-оптические свойства электростатического сферического зеркала и систем на его основе (I) // ЖТФ. – 1989. - Т.58, в.10. – С. 2010-2020.

2. Зашквара В.В., Саулебеков А.О., Ашимбаева Б.У. Электронно-оптические свойства электростатического сферического зеркала и систем на его основе. II. Электростатическое сферическое зеркало в режиме внешнего отражения пучка заряженных частиц. // ЖТФ. – 1989. – Т.59, в. 7. –С.1-9.

3. Саулебеков А.О., Асылбекова С.Н., Тажибаева С.Д., Абдрахманов Н.Г. Коллимирование пучка заряженных частиц в электростатических зеркалах цилиндрического, сферического и гиперболического типов // Вестник КарГУ.-2004.- №2 (34).- С.50-55.

4. Trubitsyn A.A. The software “Focus” to simulate axi-symmetrical and planar electron (ion) optical system // Charged Particle Optics: 8<sup>th</sup> International conference handbook. – Singapore, 2010. – P.208.

5. Demin S.K., Safronov S.I., Tarasov R.P. Numerical analysis and syntheses of the electron-optical systems of the complex structure. I. // Zh. Tekh. Phys. - 1998. - V.68, №2. - P.97.

6. Trubitsyn A.A. Modeling of ion-optical systems for mass-spectrometer with quadropole filter of the masses. // Zh. Tekh. Phys. – 2003.- V.73, № 6. - P.136.

**Заем Т.Б.**, Академик Е.А.Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті, биология-география факультеті, МБН-51 тобы, магистрант  
(*Ғылыми жетекші — б.ғ.к., доцент Қартбаева Г.Т.*)

## **БЕЛАҒАШ МЕМЛЕКЕТТІК ТАБИҒИ ҚОРЫҚШАСЫНЫҢ БИОАЛУАНДЫЛЫҒЫ**

Белағаш мемлекеттік табиғи қорықшасы аумағындағы өсімдіктер жамылғысына және жануарлар дүниесіне жүргізілетін жүйелі талдаудың маңызы. Белағаш табиғи қорықшасының биологиялық алуантүрлігін анықтау, әсіресе қорықша зоологиялық бағытта жұмыс істейтіндіктен қорықшадағы жануарлар мен құстардың түрлерін анықтау.

Бұқар жырау ауданы аумағында орналасқан Белағаш мемлекеттік табиғи қорықшасы. Осы ғылыми жұмысты жазу барысында Қарағанды облысының табиғи ресурстар және табиғат пайдалануды реттеу басқармасының «орман және жануарлар әлемін қорғау жөніндегі Қарағанды шаруашылығы» коммуналдық мемлекеттік мекемесі мәліметтері мен өз зерттеулеріміздің нәтижелері қарастырылды.

*Жұмыстың мақсаты мен міндеті:* Белағаш мемлекеттік табиғи қорықшасында кездесетін жануарлардың Қызыл кітапқа енген түрлерін инвентаризациялау, биоалуантүрлілігін зерттеу.

1.Белағаш мемлекеттік табиғи қорықшасының биоалуандылығын бағалау;

2.Сирек және жойылуға жақын түрлерін анықтау.

Белағаш мемлекеттік табиғи қорықшасы туралы мағлұматтар аз болғандықтан бұл ғылыми жұмыс осы тақырыпта ізденген адамдарға көмекші құрал бола алады.

Қарағанды облысының табиғи ресурстар және табиғат пайдалануды реттеу басқармасының «орман және жануарлар әлемін қорғау жөніндегі Қарағанды шаруашылығы» коммуналдық мемлекеттік мекемесі.Елімізде орман ресурстарын қамқорлыққа алу мақсатында қорықтар мен қорықшалар ұйымдастырылған. Еліміздің әр өңірінде қорықтар мен қорықшалар жұмыс атқаруда. Қарағанды облысында қорықтар болмағанымен қорықшалар жеткілікті. Облыс территориясында мемлекеттік маңызы бар табиғи 9 қорықша жұмыс атқаруда. Төменде аймақтағы қорықшалардың орналасуымен, қорғау мақсаттары көрсетілген. Біз қарастырып отырған Белағаш зоологиялық қорықшаға жатады (1 кесте).