

ния движения волокна от времени. Установлено, что в процессе расщипывания при увеличении угла наклона передней грани зуба гарнитуры возрастают силы трения.

#### Литература

1. Соколова А.С., Локтионов А.В. Расчет кинетических моментов механической системы при перемещении тела по вращающемуся диску // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы международной научно-технической конференции 22 – 23 апреля 2010 г. Часть I. 2010. С. 141 – 142.

©ПГУ

### РАЗЛОЖЕНИЕ АРИФМЕТИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ «ДЕЛЕНИЕ» В РЯД ПОБИТОВЫХ СДВИГОВ

О.В. СУХОРУКОВ, О.В. ГОЛУБЕВА

A detailed study of binary division in order to obtain the most simple method of implementation, on the strict condition of high speed and precision of calculation

Ключевые слова: двоичное деление, двоичный код ряда, зона заголовка, зона периода, зона повторения периода, побитовый сдвиг, маска отклонения функции

Деление состоит из ряда сдвиговых операций, результаты которых суммируются. Делитель влияет лишь на чередование знаков элементов ряда, от самой операции деления «абстрагирован» [1]. Число разрядов делимого плюс число дополнительных разрядов дробной части (точность вычисления) указывает на оптимальное количество сдвиговых итераций.

Если последовательно записать знаки («плюс/минус») всех элементов ряда и заменить их на единицы и нули соответственно, то полученная последовательность битов сформирует двоичный код ряда. Двоичный код ряда будет ничем иным как маской отклонения функции изменения делителя  $f_n$  относительно оси  $2^n$ .

$$f_n = 2 \cdot f_{(n-1)} + p_n \cdot y, \quad \text{где} \quad \begin{cases} f_1 = y, \\ p_n = 1, \quad \text{при} \quad f_{(n-1)} < 2^{(n-1)}, \\ p_n = (-1), \quad \text{при} \quad f_{(n-1)} \geq 2^{(n-1)}. \end{cases}$$

Промежуточные значения  $f_n$  выше оси  $2^n$  формируют биты, равные единицы, а ниже оси – равные нулю. Двоичный код ряда имеет три основных зоны: «заголовок», «период» и «зона повторения периода». Используя индивидуальные особенности каждой из зон кода, а также применяя методы быстрого формирования фрагмента кода необходимой длины, можно использовать двоичный код ряда в быстрых методах обработки большого количества данных, а также в методах получения результата деления, превосходящих по своим характеристикам (простота, скорость, точность) существующие методы получения аналогичных результатов [2, с. 38-40].

#### Литература

1. Сухоруков О.В. Разложение арифметической операции «деление» в ряд побитовых сдвигов / О.В. Сухоруков // Вестник полочского государственного университета. Серия С «Фундаментальные науки», 2012 г., № 12, с. 34-40.
2. Луцик Ю.А., Лукьянов И.В., Арифметические и логические основы вычислительной техники: Учеб. пособие для студ. спец. «Вычислительные машины, системы и сети» всех форм обуч. / Ю.А. Луцик, И.В. Лукьянов - Мн.: БГУИР, Минск, 2004. – 120с.

©БГУ

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫВЕДЕНИЯ ВЫСОКОИНТЕНСИВНОГО ПРОТОННОГО ПУЧКА ИЗ ДЕБАНЧЕРА НА СУПЕРКОМПЬЮТЕРЕ

А. И. СЫТОВ, В. В. ТИХОМИРОВ

The experiment of beam extraction from the Debuncher Ring with application of channeling regime in bent crystal is planned in Fermi National Accelerator Laboratory. We provide the simulation of this experiment with our program CRYSTAL and STRUCT [1] for beam dynamics modeling in crystal and accelerator correspondingly. For simulation with wide spectrum values of crystal alignment and high Monte-Carlo accuracy both programs were modified for parallel calculations on supercomputer SKIF K-1000-2 [2]. We showed that the extraction efficiency for ideal crystal orientation exceeds 96%

Ключевые слова: каналирование, кристалл, выведение пучка, суперкомпьютер

В планируемом эксперименте на Дебанчере (Debuncher Ring) в Национальной лаборатории имени Ферми (ФНАЛ) в США планируется выводить высокоинтенсивный протонный пучок энергией 8 ГэВ в режиме каналирования при помощи изогнутого кристалла. Этот эксперимент является прототипом планируемого эксперимента на накопительном кольце (Recycler Ring) во ФНАЛ [3], моделирование которого проведено в [2,4].

Мы использовали созданную нами программу CRYSTAL, совмещенную с программой STRUCT [1], написанной во ФНАЛ, для моделирования движения частиц в кристалле и в ускорителе соответственно. Для получения более точных результатов эффективности выведения в зависимости от широкого диапазона значений ориентации кристалла проведена модернизация обеих программ для организации параллельных многопроцессорных вычислений [2]. Полученный код выполнялся на 160 ядрах на суперкомпьютере БГУ СКИФ К-1000-2.

На рисунках 1-2 приведена зависимость эффективности выведения пучка от ориентации кристалла в эксперименте на Дебанчере. На рисунке 2 показана область каналирования. Полученная эффективность для идеальной ориентации составляет  $96.19 \pm 0.12\%$ , а относительная погрешность не превышает 0.4% для всех значений угла ориентации, поскольку моделирование проводилось по методу Монте-Карло для 72000-200000 частиц для каждого угла.

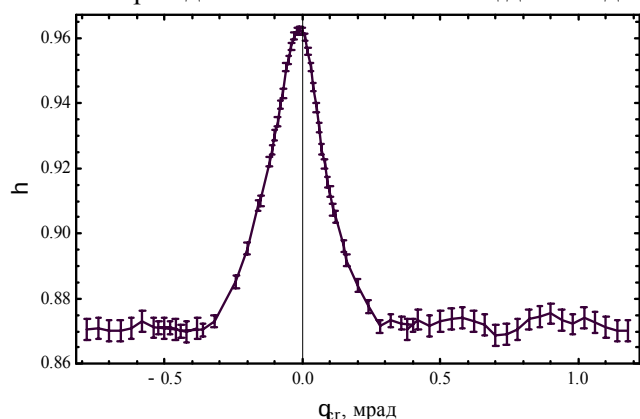


Рис. 1 –Эффективность выведения пучка в зависимости от ориентации кристалла

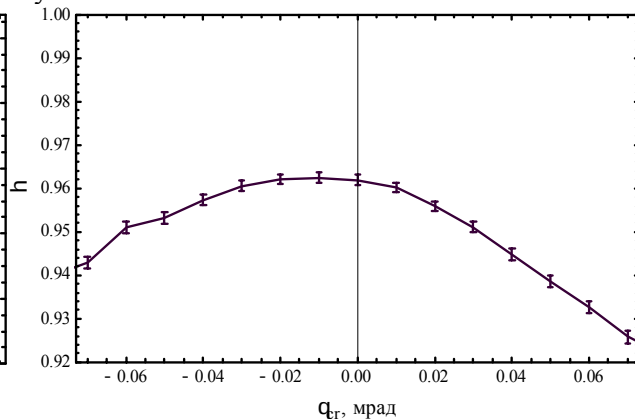


Рис. 2 –Эффективность выведения пучка в зависимости от ориентации кристалла (область каналирования)

### Литература

1. Baishev I.S. et al. The STRUCT program user's reference manual // Mode of access: <http://www-ap.fnal.gov/users/drozhdin/>. Date of access: 31.08.2012. 43 p.
2. Тихомиров В.В., Сытов А.И., Голованов А.А. Новые возможности управления пучками заряженных частиц при помощи кристаллов // Сборник научных работ 4-го Конгресса физиков Беларуси, Минск, 24-26 апр. 2013г. Минск «Ковчег». 2013. С. 15–16.
3. Shiltsev V. Novel slow extraction scheme for proton accelerators using pulsed dipole correctors and crystals // FNAL, No. DE-AC02-07CH11359. 2012. 3 p.
4. Tikhomirov V., Sytov A. New ideas for crystal collimation // Proc. of the 23th Intern. Conf. "Russian Particle Accelerator Conference" RuPAC 2012. September 24–28, 2012, Peterhof, St. Petersburg, Russia. P. 79-81. Mode of access: <http://accelconf.web.cern.ch/AccelConf/rupac2012/papers/tucch01.pdf>. Date of access: 12.11.2012.

©БГУ имени П.М. Машерова

### ФАКТОРИЗАЦИЯ ЛОКАЛЬНО НОРМАЛЬНЫХ КЛАССОВ ФИТТИНГА

А.В. ТУРКОВСКАЯ, Н.Т. ВОРОБЬЕВ

It is proved that if  $\mathcal{F}$  or  $\mathcal{G}$  are  $\pi$ -normal Fitting classes, then  $\mathcal{F}\mathcal{G}$  is normal in  $\mathcal{E}_\pi$ . The following result was obtained: if  $\mathcal{F}$  and  $\mathcal{G}$  are Fitting classes, such that  $\mathcal{F} \subseteq \mathcal{E}_\pi$  and  $\mathcal{G} \subseteq \mathcal{E}_\pi$ , then the following statements hold: a Fitting class  $\mathcal{F}\mathcal{G}$  is normal in  $\mathcal{E}_\pi$  if and only if  $\mathcal{F}\mathcal{G}^*$  is  $\pi$ -normal; a Fitting class  $\mathcal{F}^*\mathcal{G}$  is normal in  $\mathcal{E}_\pi$  if and only if  $\mathcal{F}^*\mathcal{G}^* = \mathcal{E}_\pi$ ; if exists a set  $\sigma \subseteq \pi$  of primes such that  $\mathcal{F}^*\mathcal{E}_\sigma = \mathcal{F}^*$  and  $\mathcal{E}_\sigma\mathcal{G}^* = \mathcal{E}_\pi$ , then  $\mathcal{F}^*\mathcal{G}^* = \mathcal{E}_\pi$ ; if either  $\mathcal{F}$  or  $\mathcal{G}$  is normal in  $\mathcal{E}_\pi$ , then  $\mathcal{F}\mathcal{G}$  is  $\mathcal{E}_\pi$ -normal

Ключевые слова: класс Фиттинга,  $\pi$ -нормальный класс Фиттинга, операторы Локетта, произведение классов Фиттинга

Одним из основных объектов исследования классов конечных групп является понятие нормального класса Фиттинга, которое было введено в основополагающей работе Блессеноля-Гашюца и определялось следующим образом. Класс Фиттинга  $\mathcal{F}$  называют нормальным [1] в классе  $\mathcal{E}$  всех конечных разрешимых групп, если для любой группы  $G \in \mathcal{E}$  ее  $\mathcal{F}$ -радикал является  $\mathcal{F}$ -максимальной подгруппой группы  $G$ .

Изучение нормальных классов Фиттинга приводит к необходимости исследования операции умножения нормальных классов Фиттинга. Напомним, что произведением классов Фиттинга  $\mathcal{F}$  и  $\mathcal{G}$  называют класс групп  $\mathcal{F}\mathcal{G} = (G : G/G_\mathcal{F} \in \mathcal{G})$ . В этом направлении известны результаты Блессеноля-