

**Отчет о проделанной работе на оборудовании  
информационно-вычислительного центра НГУ  
Автор: Минаков Владимир Алексеевич  
Темы работы: “Создание базы данных конфигураций  
эксперимента АWAKE” и “Повышение коэффициента  
трансформации кильватерного ускорителя из-за движения  
ионов плазмы”**

**Сведения о пользователе**

Минаков Владимир Алексеевич, магистрант второго года обучения НГУ, физический факультет, кафедра физики плазмы, группа 14352м.

**Состав коллетиива**

Лотов Константин Владимирович (K.V.Lotov@inp.nsk.su, научный руководитель), Минаков Владимир Алексеевич.

**Финансовая поддержка**

грант РФФ 14-12-00043 (руководитель Лотов К.В.), "Самоорганизация протонных сгустков высокой энергии в плазме 2014-2016 гг.

**Общее описание работы**

Работа велась в двух направлениях: проведение расчетов для создания базы данных различных конфигураций эксперимента АWAKE и исследование эффекта увеличения продольного электрического поля в кильватерном ускорителе из-за движения ионов плазмы. Кильватерное ускорение - один из перспективных способов ускорения заряженных частиц, использующий способность плазмы выдерживать электрические поля масштаба десятков и сотен ГэВ/м. Это позволяет ускорять частицы такими полями, что приводит к возможному уменьшению размеров установок. Увеличение плотности плазмы, необходимое для повышения ускоряющего поля,

приводит также к уменьшению временных и пространственных масштабов процессов, происходящих в плазме, что усложняет проведение экспериментов и диагностик в них. Кроме того зачастую интересными оказываются режимы, которые на данный момент нельзя описать аналитически, например задачи с существенным вкладом нелинейных процессов. Таким образом численное моделирование в этой области науки приобретает колоссальное значение, поскольку позволяет предсказать оптимальные параметры системы.

## **Создание базы данных конфигураций эксперимента AWAKE**

За отчетный период было выполнено некоторое количество расчетов, моделирующих выстрелы эксперимента AWAKE<sup>1</sup>, с измененными относительного базового варианта параметрами. Предполагается создать базу из большого (более 1000 штук) количества тяжелых расчетов, часть из которых выполнялись на других суперкомпьютерных кластерах. Дальнейшая обработка этих данных не предполагается. Этим будут заняты наши коллеги из ЦЕРНа.

## **Повышение коэффициента трансформации кильватерного ускорителя из-за движения ионов плазмы**

Также за отчетный период была проведена серия моделирований, нацеленных на исследование поведения кильватерной волны в плазме с поперечной неоднородностью плотности. В предыдущих работах было обнаружено, что учет движения ионов в расчетах для эксперимента AWAKE приводит к увеличению ускоряющего поля в ускорителе. Этот эффект нас заинтересовал. Была выдвинута гипотеза о том, что волна в плазме взаимодействует с поперечным градиентом плотности в приосевой зоне и как бы "проваливается" внутрь этой зоны. При этом повышается плотность энергии и увеличивается ускоряющее поле.

---

<sup>1</sup><http://awake.web.cern.ch/>

Для проверки было проведено несколько моделирования с  $v$ -образным каналом или  $\lambda$ -образным гребнем разной ширины и глубины. Однако, несмотря на широкий диапазон параметров, все вычисления в серии показали качественно схожие результаты. Волна покидает область экстремума плотности плазмы, и уходит на её градиент. Там колебания быстро переходят из продольных в поперечные, после чего затухают. К сожалению не удалось искусственно создать конфигурацию, которая приводила бы к увеличению ускоряющего поля.

Данная работа легла в основу моей магистерской дипломной работы “Повышение коэффициента трансформации кильватерного ускорителя из-за движения ионов плазмы”, прилагающейся к данному отчету. Работа заслужила оценку “отлично”.

## **Публикации**

За отчетный период по теме работы не было написано ни одной публикации.

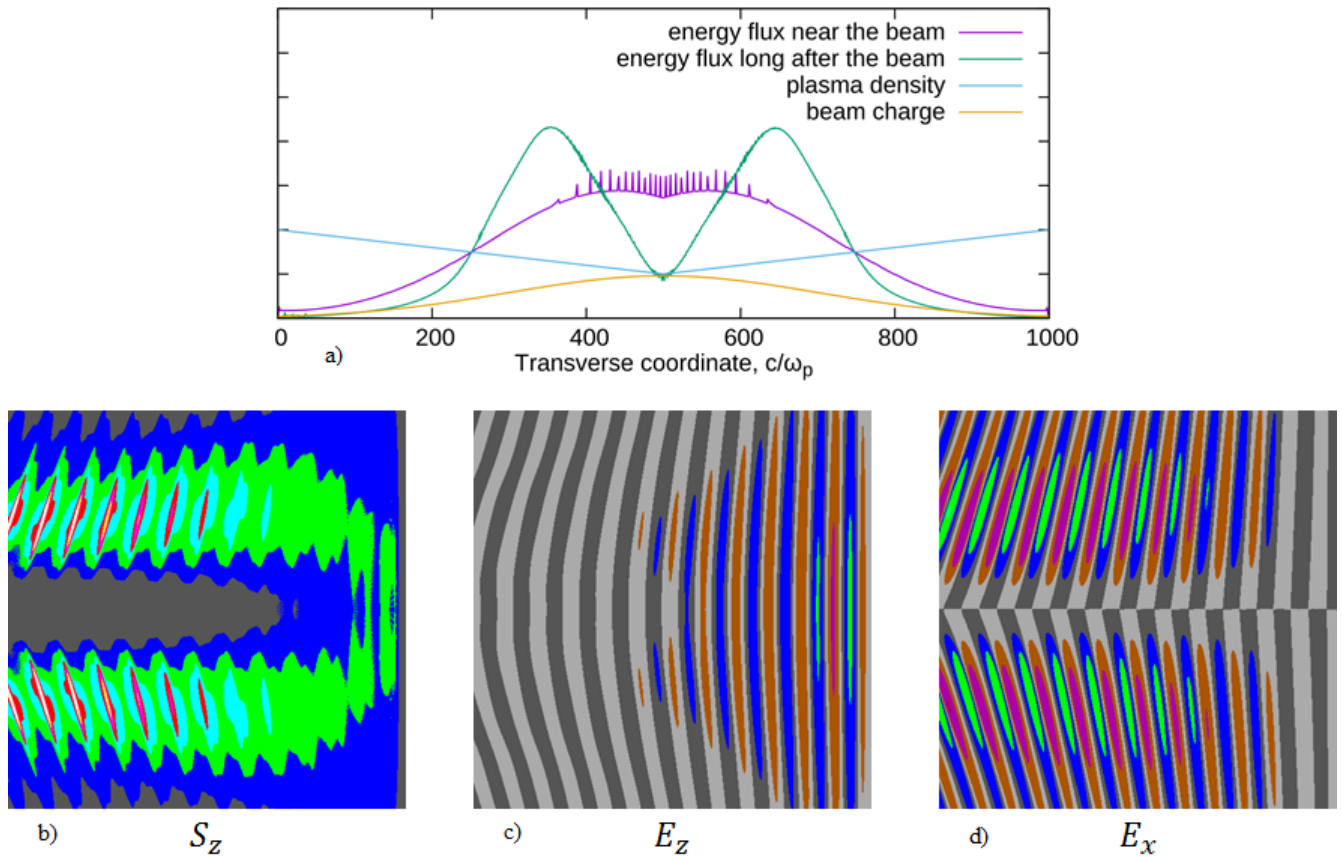


Рис. 1: Результаты одного из вычислений с v-образным каналом. а) графики плотности плазмы, плотности пучка и z компоненты плотности потока энергетического импульса сразу за пучком, и на расстоянии  $200 c/\omega_p$  от него. Цветные карты б) z компоненты плотности потока энергии, с) Продольная электрического поля, d) Поперечная компонента электрического поля

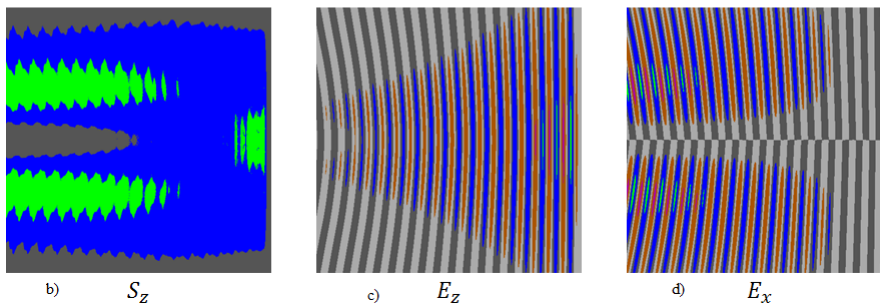
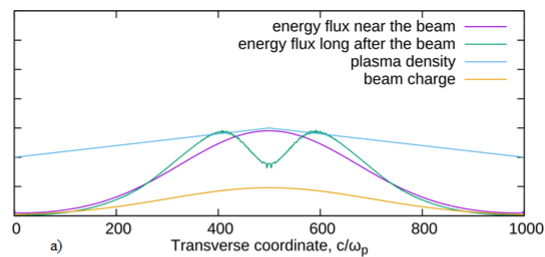


Рис. 2: Результаты одного из вычислений с  $\lambda$ -образным гребнем. а) графики плотности плазмы, плотности пучка и z компоненты плотности потока энергетического импульса сразу за пучком, и на расстоянии  $200 c/\omega_p$  от него. Цветные карты б) z компоненты плотности потока энергии, с) Продольная электрического поля, d) Поперечная компонента электрического поля