В рамках мегагранта № 14.Y26.31.0008 на кластере НИЛ 377 были выполнены следующие работы и получены результаты, нашедшие отражение в нижеприведенных публикациях.

Кластер постоянно используется для решения следующих задач: расчет динамики плазменных филаментов в магнитных полях с произвольной геометрией силовых линий в пакете BOUT++; моделирование в коде ERO транспорта материала мишени в линейном плазменном симуляторе PSI-2; моделирование в коде SOLPS-ITER динамики пристеночной плазмы токамаков, в том числе характеристика различных режимов работы дивертора; моделирование методом молекулярной динамики взаимодействия ионов с твердым телом в кодах LAMMPS и PARCAS. Кластер загружен постоянно; в период с июля 2015 года было выполнено порядка 30000 запусков задач, занимающих от нескольких минут нескольких дней расчетного времени. Общий объем полученных на кластере полезных данных составляет порядка 5 Тб.

Результаты расчетов были представлены на нескольких международных конференциях, в том числе на Международной конференции по взаимодействию плазмы с поверхностью в установках термоядерного синтеза PSI-2016 (Рим, Италия), Второй международной школе по физике взаимодействия плазмы с поверхностью (МИФИ), а также будут представлены на 26 конференции по термоядерной энергии МАГАТЭ. Полученные результаты вошли либо войдут в следующие публикации:

1. Stepanenko A.A., Lee W., Krasheninnikov S.I. Macroscopic motion of sheath-connected blobs in magnetic fields with arbitrary topology, направлена в журнал Physics of Plasmas.
2. Stepanenko A.A., Lee W., Krasheninnikov S.I. Dynamics of sheath-connected plasma filaments in magnetic field with arbitrary geometry, работа по материалам конференции PSI-2016, направлена в журнал Nuclear Materials and Energy.
3. S.I. Krasheninnikov, A.S. Kukushkin, Wonjae Lee, A.A. Phsenov, R.D. Smirnov, A.I. Smolyakov, A.A. Stepanenko, and Yanzeng Zhang Edge and divertor plasma: detachment, stability, and plasma-wall interactions, будет направлена в журнал Nuclear Fusion.
4. Eksaeva et al. ERO modelling of tungsten erosion in the linear plasma device PSI-2. Направлена в журнал Nuclear Materials and Energy.
5. Krasheninnikov S.I., Kukushkin A.S. and Pshenov A.A. 2016 Divertor plasma detachment Phys. Plasmas 23 55602
6. Pshenov A.A., Kukushkin A.S. and Krasheninnikov S.I. 2016 Energy balance in plasma detachment Nucl. Mater. Energy to be published in 2016
7. Krasheninnikov S.I., Kukushkin A.S. and Pshenov A.A. 2016 Stability of divertor detachment Nucl. Mater. Energy to be published in 2016
8. Kukushkin A.S., Krasheninnikov S.I., Pshenov A.A. and Deitlev R. 2016 Role of molecular effects in divertor plasma recombination Nucl. Mater. Energy to be published in 2016

За время работы на кластере возникла необходимость в увеличении числа вычислительных узлов как минимум на треть. Расчет одной задачи требует мощности 1-2 вычислительных узлов (или 32-64 процессоров). Поскольку для ускорения расчетов и отладки расчетного кода требуется параллельно запускать от двух до четырех задач, то почти половина кластера оказывается занята выполнением задач по расчету динамики плазменных филаментов. Одновременно с этим на кластере выполняются расчеты динамики пристеночной плазмы в коде SOLPS. Поскольку каждая задача, решаемая в этом коде, требует минимум один вычислительный узел для адекватного по времени выполнения, то зачастую на кластере накапливается большое число задач в очереди заданий и общее время выполняемых расчетов увеличивается.

Что касается программного обеспечения, то для расчетов динамики филаментов требуются расчетные сетки. В настоящее время для их создания используется генератор, позволяющий задавать не слишком сложную геометрию силовых линий магнитного поля. Однако вместе с пакетом BOUT, в котором проводятся вычисления, поставляется генератор сеток, позволяющий создавать сетки, достаточно точно описывающие геометрию магнитных полей в токамаках. Этот генератор написан на языке IDL, которого в лаборатории нет. Поэтому его приобретение сразу бы позволило расширить круг задач, решаемых на кластере, без необходимости траты времени на написания альтернативного генератора сеток.

Кроме того для эффективной работы необходимо приобрести Intel Parallel Studio XE. Входящий в состав данного пакета Intel Fortran compiler позволил бы увеличить производительность расчетов кодом SOLPS4.3 примерно в полтора раза.