В ходе выполнения проекта по Соглашению о предоставлении субсидии от 27 июня 2014г. № 14.574.21.0070 с Минобрнауки России в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» на этапе № 4 в период с 01 января 2016г. по 30 июня 2016г. выполнялись следующие работы:

4.1 Разработка эскизной конструкторской документации на экспериментальную многокоординатную установку для экспериментального подтверждения характеристик ЦСУ МОЦ.

4.2 Разработка алгоритмов технологических циклов многокоординатной металлообработки экспериментального образца ЦСУ МОЦ.

4.3 Разработка программы и методик испытаний системного программного обеспечения экспериментальных образцов ЦСУ МОЦ и ЦЭП на экспериментальной многокоординатной установке.

4.4 Приобретение 3-координатного станка фрезерного типа для создания экспериментальной многокоординатной установки.

4.5 Приобретение электрооборудования для создания экспериментальной многокоординатной установки.

4.6 Создание экспериментальной многокоординатной установки.

4.7 Проведение испытаний системного программного обеспечения экспериментальных образцов ЦСУ МОЦ и ЦЭП на экспериментальной многокоординатной установке.

При этом были получены следующие результаты:

- Разработана эскизная конструкторская документация на экспериментальную многокоординатную установку для экспериментального подтверждения характеристик ЦСУ МОЦ.

- Разработаны алгоритмы технологических циклов многокоординатной металлообработки экспериментального образца ЦСУ МОЦ.

- Разработаны программа и методики испытаний системного программного обеспечения экспериментальных образцов ЦСУ МОЦ и ЦЭП на экспериментальной многокоординатной установке.

- Приобретён 3-координатный станок фрезерного типа для создания экспериментальной многокоординатной установки.

- Приобретено электрооборудование для создания экспериментальной многокоординатной установки.

- Создана экспериментальная многокоординатная установка.

- Проведено испытание системного программного обеспечения экспериментальных образцов ЦСУ МОЦ и ЦЭП на экспериментальной многокоординатной установке.

1) Основные характеристики планируемых результатов:

Разрабатываемые экспериментальные образцы ЦСУ МОЦ и ЦЭП должны обладать следующими основными характеристиками:

- минимальное время выполнения кадра программы: 1 мс;

- скорость обработки данных: 300-700 кадров/сек;

- скорость обсчета регулятора положения: ≤ 500 мкс (≥2 кГц);

- скорость обсчета регулятора тока/момента: ≤ 150 мкс (≥7 кГц);

- максимальная подача: 30-40 м/мин для осей с круговыми электродвигателями;

- наличие упреждающих связей по скорости и ускорению;

- наличие компенсация сухого трения;

- компенсация погрешности ходового винта: одномерная, двумерная;

- компенсация постоянного люфта;

- таблица компенсации переменного люфта;

- погашение вибраций: функция сопряжение кадров;

- погашение механических резонансов; наличие режекторных фильтров;

- компенсация инструмента на износ;

- подключение измерительных устройств: для измерения инструмента, детали, погрешностей перемещения.

- количество управляемых осей: 8-16;

- количество одновременно интерполируемых осей: 3, 4, 5;

- количество координатных систем (каналов интерполяции): ≥2 (до 4-х);

- максимальный объем управляющей программы: до 10 Мб;

- алгоритмы интерполяции: линейная, круговая, винтовая, сплайновая;

- просмотр блоков вперед (функция Look-Ahead): от 200 до 1000;

- расчет кинематики: прямая, обратная;

- функция сопряжения кадров;

2) Проект по разработке ЦСУ МОЦ в рамках ПНИ позволит сформировать основные подходы к построению отечественных систем нового поколения для управления многокоординатным станочным оборудованием, где сейчас у нашей страны наблюдается значительное отставание. Создаваемые экспериментальные образцы ЦСУ МОЦ и ЦЭП в результате испытаний должны подтвердить правильность выбранных подходов и показателей быстродействия, технологичности и энергоэффективности при многокоординатной обработке сложнопрофильных металлических изделий. По результатам испытаний экспериментальных образцов, а также по результатам маркетологических исследований должно быть сформировано техническое задание на опытно-конструкторские работы по созданию опытных и предсерийных образцов ЦСУ МОЦ и ЦЭП.

Основными элементами новизны в рамках данных исследований являются:

- применение цифровых технологий в построении системы управления и электроприводов, отсутствие аналоговых сигналов в каналах управления;

- применение метода прямого ШИМ управления электроприводами, как наиболее быстродействующего и защищённого от помех и задержек в канале управления;

- применение алгоритмов прямых и обратных кинематических преобразований для обеспечения непрерывной многокоординатной интерполяции траектории перемещения и ориентации инструмента/детали;

- реализация специальных алгоритмов повышения точности и скорости обработки, а также программно-аппаратной компенсации механических погрешностей станка;

- использование специальных алгоритмов автоматического управления электроприводами для гашения вибраций при движении, синхронного управления многодвигательными узлами станка.

3) Созданы экспериментальные образцы ЦСУ МОЦ и ЦЭП, проведены их испытания, подтверждены основные архитектурные и структурные решения, принятые на этапе проектирования, работоспособность и основные технические и функциональные показатели.

Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках прикладного научного исследования и экспериментальной разработки:

1) Заявка на изобретение № 2015125475 от 26.06.2015 «Способ компенсации влияния гармонических колебаний момента нагрузки в электромеханической системе и устройство для его осуществления», РФ.

2) Патент № 2576594 от 08.02.2016 г. «Способ автоматической компенсации влияния гармонических колебаний момента нагрузки в электромеханической системе и устройство для его осуществления», РФ.

Результаты выполненных работ соответствуют техническим требованиям к выполняемому проекту, в том числе техническому заданию и нормативной документации. Достигнутые значения показателей результативности соответствуют требованиям Соглашения о предоставлении субсидии. Состав выполненных работ и отчетной документации удовлетворяет условиям Соглашения о предоставлении субсидии, в том числе техническому заданию и плану-графику исполнения обязательств.

Комиссия Минобрнауки России признала обязательства по Соглашению на отчетном этапе исполненными надлежащим образом.