Текст для страницы http://www.spbstu.ru/science/general-information/projects-federal-program/

**Приоритетное направление:** Транспортные и космические системы (ТС).**Критическая технология:**

**-**Технологии создания ракетно-космической и транспортной техники нового поколения;

-Компьютерное моделирование наноматериалов, наноустройств и нанотехнологий.

**Цели проекта:**

1. Разработка методики цифрового проектирования кабин и навесных элементов (обвесов, панелей) кузова специальной техники, отвечающих требованиям и стандартам отрасли по безопасности для человека, эргономике, экологичности, на базе современных методов мультидисциплинарного кросс-отраслевого компьютерного инжиниринга.

2. Апробация разработанной методики в процессе создания двух модификаций кабины трактора (с реверсивным постом управления и без него) и конструкции навесных элементов кузова: дверей, крышки капота, облицовки радиатора, крыльев.

**Индустриальный партнер:**

Общество с ограниченной ответственностью "Завод СПЕЦТЕХНИКИ".

**Результаты 1 этапа проекта:**

В рамках первого этапа работ по проекту выполнены следующие работы:

1. Подготовлен обзор современной научно-технической, нормативной и методической литературы;

2. Проведены патентные исследования;

3. Выполнено обоснование выбора направления исследований по разработке методики проектирования кабин и навесных элементов кузова специальной техники;

4. Сформирована матрица целевых показателей на проектирование двух модификаций кабин и навесных элементов кузова, на которых отрабатывается методика;

5. Выполнено обоснование выбора используемых материалов на основе анализа специальных баз данных и экспериментальных исследований;

6. Разработана стилевая поверхность экстерьера трактора, на котором отрабатывается методика;

7. Проведена проверка макровыполнимости разработанного стилевого решения;

8. Разработана цифровая модель компоновки трактора.

На данном этапе работ по проекту за счет выбора методов проектирования, материалов и производственных технологий обеспечены возможности создания best-in-class продуктов в кратчайшие сроки в соответствии с современными нормативными и рыночными требованиями.

Как показали результаты патентного и аналитического обзоров, методы компьютерного и суперкомпьютерного инжиниринга, применяемые исполнителями проекта соответствуют мировому уровню, а по ряду показателей превосходят его. Применяемые специальные алгоритмы оптимизации позволяют разрабатывать продукцию под выдвигаемые заказчиком требования по эксплуатационным характеристикам, с учетом ограничений по массе изделий, применяемым производственным технологиям.

**Результаты 2 этапа проекта:**

В рамках второго этапа работ по проекту выполнены следующие работы:

1. Разработка математических моделей материалов, используемых при проектировании кабины трактора и навесных элементов кузова трактора. Проведен анализ рынка полимерных композиционных материалов (ПКМ), на основе которого подобраны два ПКМ для изготовления капота, крыши, крыльев и задней панели кабины трактора. Изготовлены образцы данных материалов и проведены их механические испытания. На основе проведенных исследований разработаны две математические модели выбранных ПКМ. На основе испытаний, проведенных на первом этапе работы так же разработаны три математические модели металлов, используемых при производстве кабин трактора. Разработана математическая модель стекла. Разработанные модели в дальнейшем используются при проведении виртуальных испытаний кабины трактора и навесных элементов.

2. Разработка программ и методик проведения виртуальных испытаний конструкции кабины и навесных элементов кузова трактора Разработаны программы и методики виртуальных испытаний по:

- требованиям пассивной безопасности;

- виброакустическому комфорту;

- требованиям жесткости и прочности;

- обзорности рабочего места водителя;

- эргономике рабочего места водителя;

- распределению тепла (микроклимат).

Программы и методики разработаны таким образом, что для их проведения не требуется повышенной квалификации расчётчика, а только предустановленное на ПК соответствующее программное обеспечение (ПО).

3. Разработка математических моделей конструкции кабины трактора (для двух модификаций: с реверсивным постом управления и без него). Разработаны математические модели конструкции кабины трактора для двух модификаций: с реверсивным постом управления и без него на основании Технического регламента Таможенного союза «О безопасности сельскохозяйственных тракторов и прицепов к ним», ТР ТС 031/2012.

4. Разработка математических моделей конструкции навесных элементов кузова: дверей, крышки капота, облицовки радиатора, крыльев. Математические модели конструкции навесных элементов кузова: дверей, крышки капота, облицовки радиатора, крыльев разработаны.

5. Проведение топологической оптимизации конструкций кабин и навесных элементов кузова в соответствии с матрицами целевых показателей на проектирование. Проведена мультидисциплинарная кроссплатформенная оптимизации конструкций трактора, учитывающая следующие расчетные случаи: статическое сжатие кабины сзади; статическое сжатие кабины спереди; статическое сжатие кабины сбоку; статическое сжатие кабины в вертикальном направлении спереди; статическое сжатие кабины в вертикальном направлении сзади; анализ собственной изгибной частоты в продольном направлении; анализ собственной изгибной частоты в поперечном направлении.

6. Корректировка математических моделей кабин и навесных элементов кузова трактора на основе топологической оптимизации. На основе проведенной топологической оптимизации доработаны математические модели конструкции кабины и навесных элементов кузова трактора с учетом технологических возможностей производственной базы Индустриального партнера.

7. Разработка программного комплекса виртуальных испытаний конструкций кабин и навесных элементов специальной техники.

8. Проведение виртуальных испытаний конструкции кабины и навесных элементов кузова трактора. Проведены следующие виртуальные испытания кабины трактора и навесных элементов кузова: по пассивной безопасности кабины; по обзорности рабочего места оператора; по эргономике рабочего места оператора; по жесткости и прочности каркаса кабины и навесных элементов; по распределению тепла в кабине. Проведенные испытания показали соответствие разработанной конструкции кабины и навесных элементов требованиям матрицы целевых показателей и нормативным документам согласно ТР ТС 031/2012.

9. Корректировка математических моделей двух модификаций конструкций кабин и навесных элементов кузова трактора по результатам проведения виртуальных испытаний. По результатам виртуальных испытаний в математические модели конструкции кабины и навесных элементов кузова трактора внесены корректировки. Разработанная кабина трактора с несущественными изменениями может быть установлена на трактора 5 – 8 класса, то есть является универсальной.

10. Разработка эскизной конструкторской документации на кабину трактора с реверсивным постом управления. Разработана эскизная конструкторская документации на кабину трактора с реверсивным постом управления разработана. Разработана оригинальная конструкция поворотного поста. На следующем этапе работы будут проведены патентные исследования, по результатам которых она может быть запатентована.

11. Разработка эскизной конструкторской документации на кабину трактора без реверсивного поста управления. Эскизная конструкторская документации на кабину трактора без реверсивного поста управления разработана. На основе эскизной документации совместно с Индустриальным партнером разработана рабочая конструкторская документация и в настоящее время кабина трактора без реверсивного поста изготовлена ИП.

12. Анализ компоновки двух модификаций кабины трактора (с реверсивным постом управления и без него) с точки зрения эргономики, распределения тепла и обзорности. Анализ компоновки двух модификаций кабины трактора (с реверсивным постом управления и без него) с точки зрения эргономики, распределения тепла и обзорности проведен.

13. Корректировка стилевой поверхности экстерьера трактора в соответствии с ограничениями, полученными в результате виртуальных испытаний, а также ограничениями, накладываемыми технологией изготовления элементов трактора из полимерных композиционных материалов.

14. Разработка программ и методик проведения натурных испытаний экспериментальных образцов кабины и навесных элементов кузова трактора. Индустриальным партнером разработаны программы и методики проведения натурных испытаний экспериментальных образцов кабины и навесных элементов кузова трактора, которые будут проведены на следующем этапе работы.

15. Разработка эскизной конструкторской документации на оснастку для изготовления экспериментальных образцов кабины трактора. Разработана эскизная конструкторская документации (ЭКД) на оснастку для изготовления экспериментальных образцов кабины трактора в части: разработана ЭКД на оснастку для основания пола; разработана ЭКД на оснастку для основания крыши; разработана ЭКД на оснастку для изготовления задней панели трактора.

16. Изготовление оснастки для изготовления экспериментальных образцов кабины.

17. Изготовление экспериментальных образцов кабин на основе эскизной конструкторской документации. Кабина трактора без реверсивного поста Индустриальным партнером изготовлена. Кабина трактора с реверсивным постом находится в процессе изготовления.

18. Выполнена корректировка цифровой модели компоновки трактора по результатам работ 2 этапа.

Проведенная в рамках этапа оптимизация конструкции позволила сократить массу кабины на 11%, одновременно с этим повысив частоту собственных колебаний кабины на 27% в продольном направлении, на 26% в поперченном и на 21% крутильную частоту. А также снизить проникновение индентора при испытаниях устройства защиты от проникновения на 17% для бокового нагружения и на 5% для продольного нагружения. Так же проведена топологическая оптимизация капота и крыльев трактора.

Разработанный программный комплекс виртуальных испытаний трактора, включающий: программный компонент для виртуальных испытаний трактора на выполнение требований по пассивной безопасности; программный компонент для виртуальных испытаний трактора на выполнение требований по виброакустическому комфорту; программный компонент для виртуальных испытаний трактора на выполнение требований по определению температурного комфорта; программный компонент для виртуальных испытаний трактора на выполнение требований по определению обзорности рабочего места водителя; программный компонент для виртуальных испытаний трактора на выполнение требований по жесткости и прочности.

Разработанный программный комплекс позволит в кратчайшее время проводить полный спектр виртуальных испытаний трактора. В состав программного комплекса вошли также две автоматизированных программы, которые являются результатами интеллектуальной деятельности и заявки на их патентование поданы в ФИПС.