В ходе выполнения проекта по Соглашению о предоставлении субсидии от 26.09.2017 г. № 14.578.21.0230 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 № 2 в период с 01.01.2018 г. по 31.12.2018 г. ***выполнялись следующие работы:***

1. Разработка метода целевого планирования в аэрокосмических системах дистанционного зондирования Земли на основе мультиагентных технологий;
2. Разработка алгоритма работы программного модуля взаимодействия с потребителями результатов дистанционного зондирования Земли для решения задач точного земледелия в части поддержки ввода данных на основе базы знаний агропроизводства;
3. Разработка методики выявления зон неоднородностей сельскохозяйственных полей по данным ДЗЗм;
4. Разработка классов агентов и протоколов их взаимодействия для реализации целевого планирования в аэрокосмических системах дистанционного зондирования Земли;
5. Создание базы знаний технологических процессов получения и обработки данных ДЗЗ с КА и БПЛА;
6. Доработка программной модели космической системы ДЗЗ, в части обеспечения полного функционала;
7. Создание программной модели системы ДЗЗ на базе БПЛА;
8. Доработка программного модуля взаимодействия с операторами космических аппаратов, в части обеспечения полного функционала;
9. Разработка программного модуля взаимодействия с операторами беспилотных летательных аппаратов;
10. Разработка программного модуля стратегического планирования целевого применения группировки аэрокосмических систем дистанционного зондирования Земли;
11. Разработка программного модуля управления обработкой результатов съемки;
12. Разработки программного модуля мониторинга процесса предоставления услуг потребителям;
13. Разработки специализированного программного обеспечения «Брокер сообщений»;
14. Создание испытательного стенда для проведения испытаний экспериментального образца подсистемы планирования целевого применения группировки аэрокосмических систем дистанционного зондирования Земли для решения задач точного земледелия;
15. Разработка программы и методики испытаний и проведение испытаний экспериментального образца подсистемы планирования целевого применения группировки аэрокосмических систем дистанционного зондирования Земли для решения задач точного земледелия;
16. Разработка рекомендаций и предложений по использованию полученных результатов ПНИЭР, в целях их дальнейшего внедрения, учитывающие технологические возможности и особенности индустриального партнера;
17. Обобщение и оценка полученных результатов и оценка полноты решения задач ПНИЭР;
18. Проведение сравнительной оценки полученных результатов ПНИЭР с достигнутым современным научно-техническим уровнем;
19. Разработка проекта ТЗ на ОКР по теме: «Разработка моделей, методов и средств сетевого взаимодействия для построения группировки аэрокосмических систем дистанционного зондирования Земли для решения задач точного земледелия».

**Работы Получателя, выполняемые за счет средств Индустриального партнера**

1. Разработка программного модуля баллистического обеспечения космических аппаратов, входящих в состав аэрокосмической группировки.

**Работы Индустриального партнера, выполняемые за счет собственных средств из внебюджетных источников**

1. Подготовка тестовых данных (выборка снимков с беспилотных летательных аппаратов ДЗЗ и выборка мультиспектральных снимков с космических аппаратов ДЗЗ);
2. Разработка базы знаний агропроизводства;
3. Разработка программного модуля взаимодействия с потребителями результатов дистанционного зондирования Земли для решения задач точного земледелия;
4. Разработка специализированного программного обеспечения «Сервис расчета вегетационных индексов по мультиспектральным снимкам»;
5. Разработка специализированного программного обеспечения «Сервис выявления зон неоднородностей сельскохозяйственных полей по снимкам дистанционного зондирования Земли».

***При этом были получены следующие результаты:***

1. Разработан метод целевого планирования в аэрокосмических системах дистанционного зондирования Земли на основе мультиагентных технологий;
2. Разработан алгоритм работы программного модуля взаимодействия с потребителями результатов дистанционного зондирования Земли для решения задач точного земледелия в части поддержки ввода данных на основе базы знаний агропроизводства;
3. Разработана методика выявления зон неоднородностей сельскохозяйственных полей по данным ДЗЗм;
4. Разработаны классы агентов и протоколов их взаимодействия для реализации целевого планирования в аэрокосмических системах дистанционного зондирования Земли;
5. Создана база знаний технологических процессов получения и обработки данных ДЗЗ с КА и БПЛА;
6. Доработана программная модель космической системы ДЗЗ, в части обеспечения полного функционала;
7. Создана программная модель системы ДЗЗ на базе БПЛА;
8. Доработан программный модуль взаимодействия с операторами космических аппаратов, в части обеспечения полного функционала;
9. Разработан программный модуль взаимодействия с операторами беспилотных летательных аппаратов;
10. Разработан программный модуль стратегического планирования целевого применения группировки аэрокосмических систем дистанционного зондирования Земли;
11. Разработан программный модуль управления обработкой результатов съемки;
12. Разработан программный модуль мониторинга процесса предоставления услуг потребителям;
13. Разработано специализированное программное обеспечение «Брокер сообщений»;
14. Создан испытательный стенд для проведения испытаний экспериментального образца подсистемы планирования целевого применения группировки аэрокосмических систем дистанционного зондирования Земли для решения задач точного земледелия;
15. Разработана программа и методика испытаний и проведены испытания экспериментального образца подсистемы планирования целевого применения группировки аэрокосмических систем дистанционного зондирования Земли для решения задач точного земледелия;
16. Разработаны рекомендации и предложения по использованию полученных результатов ПНИЭР, в целях их дальнейшего внедрения, учитывающие технологические возможности и особенности индустриального партнера;
17. Выполнены обобщение и оценка полученных результатов и оценка полноты решения задач ПНИЭР;
18. Проведена сравнительная оценка полученных результатов ПНИЭР с достигнутым современным научно-техническим уровнем;
19. Разработан проект ТЗ на ОКР по теме: «Разработка моделей, методов и средств сетевого взаимодействия для построения группировки аэрокосмических систем дистанционного зондирования Земли для решения задач точного земледелия».
20. Разработан программный модуль баллистического обеспечения космических аппаратов, входящих в состав аэрокосмической группировки.
21. Подготовлены тестовые данные (выборка снимков с беспилотных летательных аппаратов ДЗЗ и выборка мультиспектральных снимков с космических аппаратов ДЗЗ);
22. Разработана база знаний агропроизводства;
23. Разработан программный модуль взаимодействия с потребителями результатов дистанционного зондирования Земли для решения задач точного земледелия;
24. Разработано специализированное программное обеспечение «Сервис расчета вегетационных индексов по мультиспектральным снимкам»;
25. Разработано специализированное программное обеспечение «Сервис выявления зон неоднородностей сельскохозяйственных полей по снимкам дистанционного зондирования Земли».

В результате исследования удалось выявить основные, актуальные проблемы в сфере построения систем планирования целевого применения группировки аэрокосмических систем дистанционного зондирования Земли для решения задач точного земледелия. Для решения выявленных задач на первом этапе была предложена модель работы, на первом и втором этапах разработана архитектура и создан экспериментальный образец. На втором этапе экспериментальный образец прошел испытания на стенде и доработан. Разработаны алгоритмы по обработке снимков ДЗЗ, позволяющие получить всю информацию необходимую для сельскохозяйственных предприятий. Результаты соответствую техническому заданию и плану графику. Выполнены на мировом уровне, а в части применения алгоритмов принятия решений в реальном времени и оперативности работы превосходит мировой уровень.

Ожидаемые результаты для сельскохозяйственных предприятий: - повышение урожайности растениеводческой продукции, с одновременным повышением ее качества, осуществляемое на основе мониторинга полей и своевременного предоставления потребителю соответствующей информации; - снижение техногенного воздействия на окружающую среду и биосферу за счет адресного подхода к внесению точно отмеренных доз удобрений, определяемых на основе оперативно измеряемых индикаторов точного земледелия в пространстве и во времени; - снижение затрат и повышение окупаемости затрат производителей сельскохозяйственной продукции за счет использования отечественных информационных систем и импортозамещающих решений; - повышению устойчивости земледелия к плохим погодным условиям; - снижение сложности и трудоемкости управления сельскохозяйственным предприятием; - высокая оперативность за счет сокращения времени от момента выявления проблемы до принятия и реализации решения; - снижение зависимости от негативного человеческого фактора; - создание программной платформы для развития сельскохозяйственного бизнеса без увеличения численности персонала.

На 2 этапе получено свидетельство на программу для ЭВМ "Программа планирования целевого применения группировки аэрокосмических систем дистанционного зондирования Земли для решения задач точного земледелия" №2018664429 от 16 ноября 2018 г. и свидетельство на программу для ЭВМ "Программа хранения и визуализации снимков, получаемых со средств дистанционного зондирования Земли для решения задач точного земледелия" №2018664458 от 16 ноября 2018.