

Резюме проекта, выполняемого

в рамках ФЦП

«Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»

по этапу № 3/итоговый

Номер Соглашения Электронного бюджета: 075-02-2018-1366, Внутренний номер соглашения 14.578.21.0230

Тема: «Разработка моделей, методов и средств сетевого взаимодействия для построения группировок аэрокосмических систем дистанционного зондирования Земли для решения задач точного земледелия»

Приоритетное направление: Транспортные и космические системы (ТС)

Критическая технология: Технологии информационных, управляющих, навигационных систем

Период выполнения: 26.09.2017 - 30.06.2019

Плановое финансирование проекта: 50.00 млн. руб.

Бюджетные средства 30.00 млн. руб.,

Внебюджетные средства 20.00 млн. руб.

Получатель: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева"

Индустриальный партнер: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-производственная компания "Разумные решения"

Индустриальный партнер: Закрытое акционерное общество имени С.М. Кирова

Индустриальный партнер: Общество с ограниченной ответственностью "Орловка"- Агро-Инновационный Центр

Ключевые слова: Космический аппарат (КА), беспилотный летательный аппарат (БПЛА), аэрокосмическая группировка КА и БПЛА, дистанционное зондирование, комплекс приема и обработки данных, планирование аэрокосмической съемки, целевое применение, динамическое распределение ресурсов, базы знаний, мультиагентные технологии, повышение оперативности, гибкости и эффективности, адаптивность, многокритериальная оптимизация, представление результатов.

1. Цель проекта

Создание научно-технического задела, разработка перспективных моделей, методов и средств создания подсистемы планирования целевого применения группировки аэрокосмических систем дистанционного зондирования Земли за счет организации единого коммуникационного пространства решения задач на базе мультиагентных технологий для поддержки процесса получения результатов аэрокосмической деятельности в области дистанционного зондирования Земли, для решения задач точного земледелия по заказам конечных потребителей.

2. Основные результаты проекта

1. Проведен аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы по тематике, выполняемой ПНИЭР, в том числе, обзор научных информационных источников: статьи в ведущих зарубежных и (или) российских научных журналах, монографии – не менее 15 научно-информационных источников за период 2011 – 2016 гг.
2. Проведены патентные исследования в соответствии с ГОСТ Р 15.011-96
3. Проведена сравнительная оценка вариантов возможных решений исследуемой проблемы, обоснован выбор оптимального варианта решения исследуемой проблемы
4. Поставлена задача по управлению элементами аэрокосмической системы дистанционного зондирования Земли для решения задач точного земледелия
5. Разработана функциональная модель планирования целевого применения группировки аэрокосмических систем дистанционного зондирования Земли для решения задач точного земледелия
6. Разработана информационная модель потребителя результатов дистанционного зондирования Земли для решения задач точного земледелия
7. Разработана информационная модель аэрокосмической системы дистанционного зондирования Земли для решения задач точного земледелия.
8. Разработана методика оценки всхожимости посевов озимых культур по данным ДЗЗ
9. Разработана методика построения цифровой модели рельефа сельскохозяйственных полей по данным ДЗЗ

10. Разработаны принципы проектирования базы знаний агропроизводства и технологических процессов получения результатов ДЗЗ с КА и БПЛА
 11. Создана программная модель космической системы ДЗЗ в части обеспечения анализа возможности передачи данных между КА и наземными станциями
 12. Разработана программная модуль взаимодействия с операторами космических аппаратов, в части создания базовых элементов пользовательского интерфейса личного кабинета операторов космических аппаратов
 13. Разработана программная модель взаимодействия с операторами космических аппаратов, в части обеспечения хранения информационных объектов: космических аппаратов, наземных станций, районов наблюдения, технологических операций, график доступности, график технического обслуживания и управления ими через REST API
 14. Разработано специализированное программное обеспечение «База данных снимков, получаемых со средств дистанционного зондирования Земли»
 15. Разработано специализированное программное обеспечение «Редактор онтологий»
 16. Разработано специализированное программное обеспечение «Сервис оценки всхожимости посевов озимых культур по снимкам дистанционного зондирования Земли»
 17. Разработано специализированное программное обеспечение «Сервис построения цифровой модели рельефа сельскохозяйственных полей по снимкам дистанционного зондирования Земли»
 18. Разработан метод целевого планирования в аэрокосмических системах дистанционного зондирования Земли на основе мультиагентных технологий
 19. 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
 20. Разработана методика выявления зон неоднородностей сельскохозяйственных полей по данным ДЗЗм
 21. Разработаны классы агентов и протоколов их взаимодействия для реализации целевого планирования в аэрокосмических системах дистанционного зондирования Земли
 22. Создана база знаний технологических процессов получения и обработки данных ДЗЗ с КА и БПЛА
 23. Доработана программная модель космической системы ДЗЗ, в части обеспечения полного функционала
 24. Создана программная модель системы ДЗЗ на базе БПЛА
 25. Доработан программный модуль взаимодействия с операторами космических аппаратов, в части обеспечения полного функционала
 26. Разработан программный модуль взаимодействия с операторами беспилотных летательных аппаратов
 27. Разработан программный модуль стратегического планирования целевого применения группировки аэрокосмических систем дистанционного зондирования Земли
 28. Разработан программный модуль управления обработкой результатов съемки
 29. Разработан программный модуль мониторинга процесса предоставления услуг потребителям
 30. Разработано специализированное программное обеспечение «Брокер сообщений»
 31. Создан испытательный стенд для проведения испытаний экспериментального образца подсистемы планирования целевого применения группировки аэрокосмических систем дистанционного зондирования Земли для решения задач точного земледелия
 32. 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
 33. Разработаны рекомендации и предложения по использованию полученных результатов ПНИЭР, в целях их дальнейшего внедрения, учитывающие технологические возможности и особенности промышленного партнера
 34. Выполнены обобщение и оценка полученных результатов и оценка полноты решения задач ПНИЭР
 35. Проведена сравнительная оценка полученных результатов ПНИЭР с достигнутым современным научно-техническим уровнем
 36. 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»
 37. Разработан программный модуль баллистического обеспечения космических аппаратов, входящих в состав аэрокосмической группировки
 38. Подготовлены тестовые данные (выборка снимков с беспилотных летательных аппаратов ДЗЗ и выборка мультиспектральных снимков с космических аппаратов ДЗЗ)
 39. Разработаны базы знаний агропроизводства
 40. Разработан программный модуль взаимодействия с потребителями результатов дистанционного зондирования Земли для решения задач точного земледелия
 41. Разработано специализированное программное обеспечение «Сервис расчета вегетационных индексов по мультиспектральным снимкам»
 42. Разработано специализированное программное обеспечение «Сервис выявления зон неоднородностей сельскохозяйственных полей по снимкам дистанционного зондирования Земли».
 43. Проведена сдача-приемка исполненных обязательств получателем по Соглашению о предоставлении субсидий. 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 были предложены 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 соответствуют 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.

3. Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках прикладного научного

исследования и экспериментальной разработки

Программа для ЭВМ "Система организации сетевого взаимодействия наземных станций на основе принципов mesh-сети для построения группировок аэрокосмических систем дистанционного зондирования Земли" №2018613567 от 19 марта 2018 г.

Программа для ЭВМ "Программа планирования целевого применения группировки аэрокосмических систем дистанционного зондирования Земли для решения задач точного земледелия" №2018664429 от 16 ноября 2018 г.

Программа для ЭВМ "Программа хранения и визуализации снимков, получаемых со средств дистанционного зондирования Земли для решения задач точного земледелия" №2018664458 от 16 ноября 2018 г.

4. Назначение и область применения результатов проекта

В ходе настоящего проекта разработаны модели, методы и средства распределенного решения задачи дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) группировкой разнородных космических аппаратов (КА) и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), оснащенных гиперспектральными камерами для решения задач точного земледелия, требующих оперативного, гибкого и эффективного получения результатов потребителями. Предполагается, что запросы на съемку полей будут поступать в единый центр управления группировкой согласованно действующих КА, где будут консолидироваться по модели разделяемой стоимости для снижения конечной цены и динамически планироваться на КА группировки с учетом желаемых сроков и ограничений по стоимости от потребителей, возможностей аппаратуры КА и наземных станций, а также пропускной способности каналов приема и передачи данных. Получаемые изображения будут обрабатываться на предмет выявления неоднородностей, которые, в случае их обнаружения, будут передаваться для дальнейшего изучения в региональные центры управления группировками БПЛА, также построенные на основе сетевых технологий, для более детального анализа и уточнения причин неоднородностей, что в конечном счете должно обеспечить значительное сокращение времени от момента обнаружения проблем на полях до их успешного разрешения, что в ряде случаев является критическим фактором для точного земледелия.

Разработанные модели, методы и средства позволят создать технологию сетевого взаимодействия аппаратов аэрокосмической группировки, которая позволит указанным аппаратам принимать согласованные решения и сможет применяться как для КА и БПЛА, так в дальнейшем и для любых других автономных роботизированных комплексов.

5. Эффекты от внедрения результатов проекта

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.

6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта

Рынок космического мониторинга сельскохозяйственного производства новая не насыщенная конкурентами сфера деятельности. При этом она лимитируется рядом факторов, вынуждающих потребителей использовать альтернативные источники информации:

- невозможность выполнения съемки вследствие ограничений, накладываемых погодными условиями;
- невозможность оперативного получения качественных снимков;
- высокая стоимость оперативных снимков с необходимым для управления агропромышленным производством пространственным разрешением.

В проекте предлагается использование малых космических аппаратов, что позволит полностью или частично преодолеть эти недостатки, повышая периодичность и оперативность, а также снижая стоимость получения данных. Достижимый эффект также может быть обусловлен не только количеством и расположением спутников на орбите, но и эффективным распределением задач по съемке отдельных районов между космическими аппаратами.

Услуга на данный момент востребована предприятиями Ростовской и Самарской области.

7. Наличие соисполнителей

К работам в 2017-2018 г. привлекалось общество с ограниченной ответственностью «Технологии Автоматизации».

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева"

Временно исполняющий обязанности ректора

(должность)

(подпись)

Богатырев В.Д.

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель работ по проекту

ведущий научный сотрудник

(должность)

(подпись)

Скобелев П.О.

(фамилия, имя, отчество)

М.П.