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 № 1 в период с 26.09.2017 г. по 31.12.2017 г. ***выполнялись следующие работы:***

1. 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. Проведение патентных исследований в соответствии с ГОСТ Р 15.011-96;
3. Проведение сравнительной оценки вариантов возможных решений исследуемой проблемы, обоснование выбора оптимального варианта решения исследуемой проблемы;
4. Постановка задачи по управлению элементами аэрокосмической системы дистанционного зондирования Земли для решения задач точного земледелия;
5. Разработка функциональной модели планирования целевого применения группировки аэрокосмических систем дистанционного зондирования Земли для решения задач точного земледелия;
6. Разработка информационной модели потребителя результатов дистанционного зондирования Земли для решения задач точного земледелия;
7. Разработка информационной модели аэрокосмической системы дистанционного зондирования Земли для решения задач точного земледелия;
8. Разработка методики оценки всходимости посевов озимых культур по данным ДЗЗ;
9. Разработка методики построения цифровой модели рельефа сельскохозяйственных полей по данным ДЗЗ;
10. Разработка принципов проектирования базы знаний агропроизводства и технологических процессов получения результатов ДЗЗ с КА и БПЛА;
11. Создание программной модели космической системы ДЗЗ в части обеспечения анализа возможности передачи данных между КА и наземными станциями;
12. Разработка программного модуля взаимодействия с операторами космических аппаратов, в части создания базовых элементов пользовательского интерфейса личного кабинета операторов космических аппаратов;
13. Разработка программного модуля 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.

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

1. Разработка специализированного программного обеспечения «База данных снимков, получаемых со средств дистанционного зондирования Земли».

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

1. Разработка специализированного программного обеспечения «Редактор онтологий»;
2. Разработка специализированного программного обеспечения «Сервис оценки всходимости посевов озимых культур по снимкам дистанционного зондирования Земли»;
3. Разработка специализированного программного обеспечения «Сервис построения цифровой модели рельефа сельскохозяйственных полей по снимкам дистанционного зондирования Земли».

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

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 сравнительна 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 всходимости 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. Разработан программный модуль взаимодействия с операторами космических аппаратов, в части создания базовых элементов пользовательского интерфейса личного кабинета операторов космических аппаратов.

13. Разработан программный модуль 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 всходимости 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».

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. Достигаемый 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.

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 отмерянных 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.

В ходе настоящего проекта будут 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. При этом 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.

На 1 этапе получено свидетельство на программу 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.

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