

## Резюме проекта, выполняемого

в рамках ФЦП

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

по этапу № 4/итоговый

Номер Соглашения о предоставлении субсидии: 14.616.21.0063

Тема: «Развитие автоматизированных методов и информационных технологий глобального спутникового мониторинга сельского хозяйства в поддержку программы GEOGLAM»

Приоритетное направление: Рациональное природопользование (РП)

Критическая технология: Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения

Период выполнения: 18.11.2015 - 31.12.2017

Плановое финансирование проекта: 53.40 млн. руб.

Бюджетные средства 26.70 млн. руб.,

Внебюджетные средства 26.70 млн. руб.

Получатель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космических исследований Российской академии наук

Иностранный партнер: VLAAMSE INSTELLING VOOR TECHNOLOGISH ONDERZOEK N.V.

Ключевые слова: дистанционное зондирование, спутниковые наблюдения, временные ряды данных, методы обработки данных, информационные технологии, веб-сервис, глобальный мониторинг, картографирование землепользования, пахотные земли, оценка и прогноз урожая, сельское хозяйство, продовольственная безопасность

## 1. Цель проекта

Развитие автоматизированных методов и информационных технологий дистанционного мониторинга сельского хозяйства, создаваемых в интересах системы глобального мониторинга сельского хозяйства при поддержке Европейской комиссии (проект SIGMA) для расширения возможностей их использования на территории Северной Евразии, в первую очередь на территории стран Таможенного союза, а также других стран, входящих в ЕАЭС и СНГ

## 2. Основные результаты проекта

В ходе выполнения проекта были получены следующие основные результаты:

на этапе 1:

1. Подготовлен аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы, затрагивающей научно-техническую проблему, исследуемую в рамках работы, в том числе, обзор научных информационных источников.
2. Проведены патентные исследования.
3. Разработана структура экспериментального стенда (веб-сервис спутникового мониторинга сельского хозяйства VEGA-GEOGLAM).
4. Проведен анализ информативности данных российских спутниковых систем и возможности их использования для картографирования пахотных земель и распознавания сельскохозяйственных культур.
5. Проведен анализ особенностей использования технологий дистанционного зондирования для проведения мониторинга сельского хозяйства на территории Северной Евразии (в первую очередь стран ЕАЭС).
6. Заключено соглашение о сотрудничестве с иностранным партнером о выполнении совместного проекта.

на этапе 2:

1. Проведен анализ информативности дистанционных индикаторов состояния растительности и показана возможность их комплексирования с биофизическими моделями развития сельскохозяйственных культур для оценки и прогнозирования урожайности с учетом особенностей в Регионе проекта
2. Сформирован многоуровневый распределенный банк данных спутниковых наблюдений для обеспечения комплексных исследований и разработок в области дистанционного мониторинга сельского хозяйства, в том числе, на сети тестовых

полигонов JESAM в Регионе применения результатов проекта.

3. На основе информационного сервиса VEGA-GEOGLAM создан экспериментальный стенд (ЭС) для отработки и верификации методов обработки спутниковых данных разрабатываемых в проекте.

на этапе 3:

1. Разработаны усовершенствованные методы предварительной обработки спутниковых данных для решения задач мониторинга сельскохозяйственной растительности, ориентированные на работы с новыми (в том числе, российскими) спутниковыми системами.

2. Разработан метод спутникового картографирования пахотных земель на основе комплексного использования данных различного пространственного и временного разрешения в Регионе проекта.

3. Разработана методика и расчет вегетационного индекса фотосинтетического потенциала по тестовым полигонам, сформирована база данных по тестовым полигонам. выполнения проекты были получены следующие основные результаты:

на этапе 4:

1. Разработан метод картографирования посевов основных сельскохозяйственных культур (категорий культур) на основе временных рядов спутниковых данных в Регионе применения результатов проекта.

2. Разработан метод дистанционной оценки состояния сельскохозяйственных культур (категорий культур) на основе многолетних рядов спутниковых данных в Регионе проекта.

3. Разработан метод прогнозирования урожайности основных культур (категорий культур) на основе комплексирования дистанционных индикаторов и биофизического моделирования развития сельскохозяйственной растительности в Регионе проекта.

4. Организована и успешно проведена на базе ИКИ РАН (г. Москва, Россия) международная научная конференция-семинар по перспективам развития спутникового мониторинга сельского хозяйства, в том числе по анализу перспектив использования результатов проекта SIGMA и настоящего проекта

5. Разработаны рекомендации по использованию результатов, полученных в проекте, для создания системы дистанционного сельскохозяйственного мониторинга в Регионе проекта и развития региональных и национальных систем мониторинга в других регионах мира.

Этап 1

1. Обзор показал, что развитие и практическое использование методов спутникового мониторинга создало технологическую основу для качественного повышения уровня достоверности информации о сельскохозяйственных землях. Данные дистанционного зондирования Земли позволяют регулярно получать однородные и объективные данные о сельскохозяйственных землях и посевах культур на различных уровнях территориального охвата. Накопленный международный опыт, отражающий основные востребованные количественные характеристики сельского хозяйства, а также способы их представления, позволяет разработать новые методы и подходы для получения и предоставления объективной информации на национальном и субконтинентальном уровнях.

2. Патентные исследования показали, что проводимые исследования в рамках данного проекта, являются высоко перспективными и не обеспечиваются в полной мере существующими известными в настоящее время патентными материалами.

3. Структура экспериментального стенда (ЭС) отработки усовершенствованного веб-сервиса спутникового мониторинга сельского хозяйства VEGA-GEOGLAM, обеспечивающего возможность проведения экспериментальных исследований для развития автоматизированных методов и информационных технологий дистанционного мониторинга сельского хозяйства для решения региональных и национальных задач в Регионе проекта. Дано описание используемых при его создании базовых технологий и обоснование их применения. Приведено детальное описание каждой из подсистем, составляющих ЭС, их функций и особенностей реализации. Приведены сведения о программных и аппаратных решениях, на основе которых будет проводиться создание ЭС. Предложен план создания, развития и поддержки ЭС в ходе выполнения проекта.

4. Проведена оценка возможности выполнения, необходимых для решения задач дистанционного мониторинга растительности, этапов предварительная обработка данных российских спутниковых систем, включая их радиометрическую калибровку, геометрическую привязку, исключение мешающих факторов (снег, облачность и тени от нее), а также атмосферную коррекцию. Проведен анализ характеристик спутниковых систем с точки зрения осуществления на их основе дистанционного мониторинга на континентальном или глобальном уровнях пространственного охвата.

5. Проведен анализ особенностей использования технологий дистанционного зондирования для проведения мониторинга сельского хозяйства на территории Северной Евразии, включая Россию, Казахстан, Белоруссию, Киргизию и Украину. Показано, что страны Северной Евразии, входящие в зону мониторинга, заметно отличаются по физико-географическим и социально-экономическим параметрам, которые необходимо учитывать при построении систем дистанционного мониторинга сельского хозяйства в этих странах.

6. Подготовлено и заключено Соглашение о сотрудничестве с иностранным партнером о выполнении совместного проекта.

Этап 2

1. Впервые для территории Региона проекта создан комплексный архив данных спутниковых наблюдений совмещенных с архивом данных наземных наблюдений (наблюдения проводимые на около 1 500). Созданный архив является уникальной основой для разработки и верификации методов обработки спутниковых данных ориентированных на осуществление спутникового мониторинга сельскохозяйственных земель и посевов.

2. Сформированный в рамках проекта многоуровневый распределенный банк данных по Региону проекту по разнообразию имеющейся в нем спутниковой информации, возможностям быстрого доступа к данным и глубине архивов по мнению авторов фактически не имеет аналога в мире.

3. Создан экспериментальный стенд (ЭС) для отработки и верификации методов обработки спутниковых данных разрабатываемых в проекте.

Этап 3:

1. Созданные методы предварительной обработки данных российских и зарубежных спутниковых систем для решения задач мониторинга сельскохозяйственной растительности обеспечивают возможность обработки временных рядов данных дистанционного зондирования с пространственным разрешением в диапазоне 30-250 м и временным разрешением 1-14 дней или более широких диапазонах величин.

2. Создан метод спутникового картографирования пахотных земель на основе комплексного использования данных различного пространственного и временного разрешения.

Разработаны подходы и инструменты спутникового картографирования пахотных земель, обеспечивающие возможность комплексного использования данных различного пространственного и временного разрешения в Регионе проекта.

Проведена апробация развиваемого в рамках проекта метода спутникового картографирования пахотных земель на основе комплексного использования данных различного пространственного и временного разрешения.

3. Представлена методика расчета вегетационного индекса фотосинтетического потенциала, рассчитанная на использование информации, получаемой системами Terra/Aqua-MODIS, Proba-V. Представленная методика также рассчитана на проведение автоматизированного расчета индексов по тестовым полигонам на основе информации, имеющейся в формируемом в рамках проекта в многоуровневом распределенном банке данных спутниковых наблюдений для обеспечения комплексных исследований.

Этап 4

1. Разработанный метод картографирования посевов основных сельскохозяйственных культур на основе временных рядов спутниковых данных в Регионе применения результатов проекта обеспечивает возможность картографирования категорий культур.

2. Разработанный метод дистанционной оценки состояния сельскохозяйственных культур на основе многолетних рядов спутниковых данных в Регионе проекта позволяет производить оценку состояния основных категорий культур.

3. Разработанный метод прогнозирования урожайности основных культур на основе комплексирования дистанционных индикаторов и биофизического моделирования развития сельскохозяйственной растительности в Регионе проекта позволяет прогнозировать урожайность основных категорий культур.

4. Международная научная конференция-семинар по перспективам развития спутникового мониторинга сельского хозяйства, в том числе по анализу перспектив использования результатов проекта SIGMA и настоящего проекта успешно проведена на базе ИКИ РАН (г. Москва, Россия). Участвовали 80 специалистов из 16 регионов РФ, а также Бельгии, Нидерландов, Австрии и Азербайджана.

5. Совместно со специалистами МСХ РФ и МСХ Ставропольского края были разработаны требования и рекомендации по использованию результатов выполненного проекта в системах мониторинга сельского хозяйства в Регионе проекта. С учетом данных требований в интересах МСХ РФ был разработан и введен в эксплуатацию в составе ЕФИС ЗСН модуль работы с данными ДЗЗ.

### **3. Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках прикладного научного исследования и экспериментальной разработки**

В процессе выполнения третьего этапа проекта создана Программа для ЭВМ FieldsSMIS\_agro свидетельство о государственной регистрации № 2016662310 от 08.09.2016г., РФ.

В процессе выполнения четвертого этапа проекта создана Программа для ЭВМ \_FieldsAnnotationSMIS\_agro свидетельство о государственной регистрации № 2017619686 от 01.09.2017г., РФ.

### **4. Назначение и область применения результатов проекта**

Полученные результаты могут быть использованы при разработке систем дистанционного мониторинга сельскохозяйственных земель и посевов на федеральном и региональном уровнях.

### **5. Эффекты от внедрения результатов проекта**

Выполненные работы станут основой для разработки методов эффективного объективного дистанционного мониторинга сельскохозяйственных земель и посевов, в том числе для решения различных государственных задач управления и повышения эффективности сельскохозяйственной отрасли.

### **6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта**

Основными направлениями коммерциализации полученных в проекте результатов будут, на наш взгляд, являться направления, представленные ниже. Также, на основе имеющегося опыта работ ИКИ РАН на территории России, представлены оценочные готовые объемы данных работ с потенциальной скоростью их роста. К сожалению, в настоящее время достаточно трудно оценить возможные объемы, которые можно ожидать на зарубежных рынках, поэтому приводим только объемы для тех работ, опыт выполнения которых в интересах зарубежных потребителей у ИКИ РАН имеется в последние годы.

Форма коммерциализации/Ожидаемый годовой объем (потенциальная скорость роста объема в год), тыс. рублей):

на территории РФ

1. Развитие и поддержка блоков работы с данными ДЗЗ в Единой Федеральной Информационной Системе мониторинга Земель Сельскохозяйственного Назначения (ЕФИС ЗСН) / 20 000 - 30 000 (5%);

2. Развитие и поддержка региональных информационных систем дистанционного мониторинга сельского хозяйства / 10 000 - 15 000 (15%);

3. Предоставление сервисов, содержащих на основе данных дистанционного зондирования информацию о состоянии сельскохозяйственных земель и возделываемых культур агропроизводителям / 5 000 - 10 000 (20%);

4. Создание и поддержка специализированных информационных систем в интересах компаний заинтересованных в независимом объективном контроле сельскохозяйственных земель и производства (страховые компании, банки, перерабатывающие и транспортные компании и т.д.) и предоставление им сервисов по оперативному предоставлению информации, получаемой на основе данных дистанционного зондирования / 10 000 - 15 000 (20%);

5. Развитие информационных сервисов, ориентированных на решение различных научных задач, связанных с дистанционным исследованием и мониторингом растительного покрова (в том числе, исследованиями в области сельского хозяйства) / 5 000 - 10 000 (5%).

за рубежом

1. Развитие и поддержка национальных систем мониторинга сельского хозяйства/ Нет информации для оценки;

2. Развитие и поддержка локальных информационных систем дистанционного мониторинга сельского хозяйства/ Нет информации для оценки;

3. Предоставление сервисов, предоставляющих на основе данных дистанционного зондирования информацию о состоянии сельскохозяйственных земель и возделываемых культур агропроизводителям/ Нет информации для оценки;

4. Создание и поддержка специализированных информационных систем в интересах компаний, заинтересованных в независимом объективном контроле сельскохозяйственных земель и производства (страховые компании, банки, перерабатывающие и транспортные компании и т.д.) и предоставление им сервисов по оперативному представлению информации, получаемой на основе данных дистанционного зондирования/ Нет информации для оценки;

5. Развитие и поддержка элементов систем глобального мониторинга сельского хозяйства, ориентированных, в том числе, на решение различных научных задач, связанных с дистанционным исследованием и мониторингом растительного покрова (в том числе и исследований в области сельского хозяйства) /50 000 - 80000 (15%).

## 7. Наличие соисполнителей

Соисполнители не привлекались.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт космических исследований Российской академии наук

\_\_\_\_\_  
и.о. директора

(должность)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
Чулков И.В.

(фамилия, имя, отчество)

## Руководитель работ по проекту

\_\_\_\_\_  
заместитель директора

(должность)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
Лупян Е.А.

(фамилия, имя, отчество)

М.П.