

**Аннотация проекта (ПНИЭР), выполняемого в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»**

**Номер соглашения о предоставлении субсидии (государственного контракта)**  
14.616.21.0063

**Название проекта**

Развитие автоматизированных методов и информационных технологий глобального спутникового мониторинга сельского хозяйства в поддержку программы GEOGLAM

**Тематическое направление**

Рациональное природопользование

**Исполнитель**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космических исследований Российской академии наук

**Цели и задачи исследования**

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.

**Актуальность и новизна исследования**

Настоящий проект обеспечивает развитие базовой научно-методической и технологической платформы для создания современных систем спутникового мониторинга сельского хозяйства, что позволит эффективно осуществлять мониторинг сельского хозяйства на национальном, региональном и глобальном уровнях, и будут отвечать уровню наиболее передовых современных разработок.

Разработки ИКИ РАН, посвященные созданию методов и информационных систем спутникового мониторинга растительного покрова по целому ряду отличительных черт превосходят существующий в мире уровень, что позволяет в рамках проекта создать по-настоящему конкурентоспособную научно-техническую продукцию.

Разработанные ИКИ РАН методы отличает высокий уровень автоматизации всех процессов обработки спутниковых данных, преобладающая часть которых реализована в виде автоматических технологий. К числу уникальных разработок ИКИ РАН следует отнести технологии комплексного анализа спутниковых и других данных в среде веб-сервиса ВЕГА, характеризуемого оригинальной концепцией архитектуры и пользовательской модели. С точки зрения достигаемых уровней скорости и удобства при решении задач доступа к многолетним сверхбольшим архивам различных спутниковых данных, а также их он-лайн обработки и комплексного анализа с использованием широких инструментальных возможностей, веб-сервис ВЕГА в настоящее время превосходит известные нам системы аналогичной направленности. Это позволяет рассматривать веб-сервис ВЕГА в качестве перспективной

технологической платформы для создания и развития конкурентоспособной национальной системы глобального спутникового мониторинга сельского хозяйства.

### **Описание исследования**

В рамках проекта предполагается решить следующие задачи:

1. Исследование информативности данных российских спутниковых систем и возможности их использования для картографирования пахотных земель и распознавания сельскохозяйственных культур, а именно:

- Оценка возможностей формирования временных рядов данных, свободных от влияния мешающих факторов;
- Оценка качества спутниковых данных;
- Оценка возможностей автоматической предварительной обработки данных для снижения влияния мешающих факторов (снежный покров, облачность др.).

2. Анализ особенностей использования технологий дистанционного зондирования для мониторинга сельского хозяйства на территории Северной Евразии (в первую очередь, стран Таможенного союза, ЕАЭС и СНГ).

3. Анализ информативности дистанционных индикаторов состояния растительности и возможности их комплексирования с биофизическими моделями развития сельскохозяйственных культур для оценки и прогнозирования урожайности с учетом особенностей территорий стран ЕАЭС.

4. Формирование многоуровневого распределенного банка данных спутниковых наблюдений для обеспечения комплексных исследований и разработок в области дистанционного мониторинга сельского хозяйства, в том числе, на сети тестовых полигонов JECAM, включая:

1) данные низкого и среднего пространственного разрешения (SPOT-Vegetation, Proba-V, MODIS);

2) данные высокого пространственного разрешения (Landsat-TM/ETM/OLI, DEIMOS, KMCC, Канопус-В и др.).

5. Развитие в интересах проекта системы сбора спутниковых данных для повышения уровня ее автоматизации и обеспечения возможности работы с данными перспективных (в том числе, российских) спутниковых систем.

6. Развитие методов предварительной обработки спутниковых данных для решения задач мониторинга сельскохозяйственной растительности, с целью повышения уровня их автоматизации и обеспечения возможности работы с данными перспективных (в том числе, российских спутниковых систем).

7. Развитие веб-сервиса спутникового мониторинга сельского хозяйства VEGA-GEOGLAM для расширения возможностей его использования при решении региональных и национальных задач.

8. Развитие метода спутникового картографирования пахотных земель на основе комплексного использования данных различного пространственного и временного разрешения, включая:

- 1) разработку новых информативных признаков распознавания пахотных земель на основе многолетних временных рядов данных;
- 2) расширение состава используемой мультиспектральной информации;
- 3) расширение географического охвата выборки опорных данных для классификации и валидации результатов;
- 4) развитие алгоритма классификации спутниковых данных;
- 5) интеграцию в алгоритмы обработки данных информации о физико-географических и почвенно-климатических условиях.

9. Развитие методов картографирования посевов основных сельскохозяйственных культур (категорий культур) на основе временных рядов спутниковых данных на основе:

- 1) объектной кластеризации посевов на основе спектрально-временной динамики;
- 2) спектрально-временных признаков распознавания культур;
- 3) построения эталонов классификации культур с использованием биофизических моделей роста сельскохозяйственной растительности.

10. Разработка метода дистанционной оценки состояния сельскохозяйственных культур (категорий культур) на основе многолетних рядов спутниковых данных, включая:

- 1) алгоритм построения среднесезонной нормы сезонного развития сельскохозяйственных культур;
- 2) алгоритмы оперативной оценки развития сельскохозяйственных культур на основе сравнения со среднесезонной нормой их динамики;
- 3) критерии и алгоритмы оперативного выявления аномалий развития сельскохозяйственных культур.

11. Разработка метода прогнозирования урожайности основных культур (категорий культур) на основе комплексирования дистанционных индикаторов и биофизического моделирования развития сельскохозяйственной растительности.

12. Организация в России международной научной конференции по перспективам развития спутникового мониторинга сельского хозяйства, в том числе по анализу перспектив использования результатов проекта SIGMA и настоящего проекта.

13. Разработка в рамках системы VEGA-GEOGLAM блока информирования общественности о ходе выполнения проекта SIGMA и настоящего проекта.

14. Разработка рекомендаций по использованию результатов, полученных в проекте, для создания системы дистанционного сельскохозяйственного

мониторинга в странах, входящих в ЕАЭС и СНГ, и развития региональных и национальных систем мониторинга в других регионах мира.

### **Результаты исследования**

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. Разработана структура экспериментального стенда (ЭС) (веб-сервис спутникового мониторинга сельского хозяйства VEGAGEOGLAM), 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.

3. Проведен анализ информативности данных российских спутниковых систем и возможности их использования для картографирования пахотных земель и распознавания сельскохозяйственных культур. Проведена оценка возможностей выполнения, необходимых для решения задач дистанционного мониторинга растительности, этапов предварительная обработка данных российских спутниковых систем, включая их радиометрическую калибровку, геометрическую привязку, исключение мешающих факторов, атмосферную коррекцию. Проведен анализ характеристик спутниковых систем с точки зрения осуществления на их основе дистанционного мониторинга на континентальном или глобальном уровнях пространственного охвата.

4. Проведен анализ особенностей использования технологий дистанционного зондирования для проведения мониторинга сельского хозяйства на территории Северной Евразии (стран Таможенного союза, ЕАЭС и СНГ).

5. 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. Для территории Региона проекта создан комплексный архив данных спутниковых наблюдений, совмещенный с архивом данных наземных наблюдений, в котором накоплена различная информация о более чем 4000 полей за различные годы. Созданный архив является уникальной основой для разработки и верификации методов обработки спутниковых данных, ориентированных на осуществление спутникового мониторинга сельскохозяйственных земель и посевов.

3. 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. По разнообразию имеющейся в нем спутниковой информации, возможностям быстрого доступа к данным и глубине архивов фактически не имеет аналога в мире.

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

#### **Практическая значимость исследования**

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

Сформированный многоуровневый распределенный банк данных может использоваться для проведения различных научных и технологических разработок в Регионе проекта. Для расширения доступа к имеющейся в нем информации сформированный банк может быть интегрирован в научные информационные системы, ориентированные на проведение разработок в области создания методов и технологий дистанционного мониторинга. 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.