

Анализ зарубежного опыта применения технологии спутникового мониторинга в интересах статистического производства в области растениеводства

*Е.А. Лупян, П.В. Денисов, А.Ю. Полецкая, К.А. Трошко, Н.А. Гогачева
Институт Космических Исследований РАН*

**XXIII Международная конференция
«Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса»
10-14 ноября 2025 г.
г. Москва**

Опыт стран СНГ в использовании технологий спутникового мониторинга (СМ)

Рейтинг стран СНГ по уровню использования СМ: в аграрных проектах в базовой статистической методологии и СХ переписях

1

 РОССИЯ

Развитая многоуровневая система («ВЕГА», «Цифровая земля» ЕФГИС ЗСН). Интеграция в статистику через ВСХП, СХМП

2

 КАЗАХСТАН

Комплексная система (KazEOSat-1/2, Agrospace, AgroGIS). Сотрудничество с ФАО. Применение ИИ и ГИС

3

 БЕЛАРУСЬ

Собственный спутник и ГИС системы НАН (БКСДЗ). Используется для уточнения данных Белстата

4

 АЗЕРБАЙДЖАН

Проекты Azercosmos и Farm Data Monitoring. Интеграция с NASA Harvest.

5

 УЗБЕКИСТАН

Госпрограмма по развитию космической деятельности. ИИ и ГИС данные

1

 РОССИЯ

Контроль качества и верификация данных ВСХП-2016, СХМП-2021 (БПЛА, ДЗЗ). Пилотный проект по сбору данных от респондентов в геопространственном виде

2

 КАЗАХСТАН

Использование данных СМ для оценки посевных, урожайности, валовых сборов зерновых культур (4 шт.). Данные СМ используются для валидации статданных

3

 УЗБЕКИСТАН

Использование СМ через «Узбеккосмос» и в переписи 2024г.

4

 АЗЕРБАЙДЖАН

В СХ переписи 2025 г. С поддержкой ФАО, ДЗЗ для верификации данных


5


 КЫРГЫЗСТАН


В СХ переписи 2025г. - потенциал интеграции для инвентаризации угодий


Опыт стран Европейского союза в использовании технологий спутникового мониторинга (СМ)

Общая сельскохозяйственная политика (САР)

 Все 27 стран используют спутниковый мониторинг в рамках САР

 СМ является обязательным инструментом для сбора, обеспечения контроля, точности и достоверности данных в области растениеводства

 Обязательное внедрение и использование Area Monitoring System (AMS) с использованием спутниковых данных

 Опора AMS на спутниковые данные Copernicus (Sentinel)

Рейтинг стран ЕС по уровню использования СМ в базовой статистической методологии и СХ переписях

1

ПОЛЬША

Методология оценки площадей. Спутниковый мониторинг – часть официальной методики. Используются данные Copernicus и адм. источники для расчёта площадей посевов и проверки достоверности отчётности.

2

ГЕРМАНИЯ

Развивает направление через проект **FernEE 2.0** (2024), использующий спутниковые изображения и машинное обучение для оценки урожайности зерновых культур. Пилот, высокая готовность к интеграции в официальную статистику.

3

ФРАНЦИЯ

В рамках сотрудничества **INSEE** и **Agreste** применяются спутниковые данные в системе **3STR**. Использование в статистике опосредованное, но системное.

4

ИСПАНИЯ

Участует в проектах **Horizon 2020 / Horizon Europe** и **Copernicus** через министерства **MAPA** и **FEGA**. Интеграция в статистику ограничена.

5

ИТАЛИЯ

Использует спутниковые данные Copernicus для уточнения официальных данных и проверки достоверности отчётности фермеров.

Нормативно-правовая база в области растениеводства

🇪🇺 Европейский союз — единая нормативная база

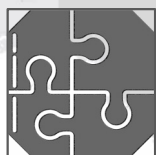
Уровень	Документ / система	Ключевые положения
Основной регламент	Regulation (EU) 2022/2379 (SAIO)	Устанавливает единую правовую основу для сельскохозяйственной статистики (inputs/outputs), делает использование спутниковых данных допустимым и рекомендованным.
Структурная статистика	Regulation (EU) 2018/1091 (IFS)	Определяет порядок сбора данных о структуре сельхозпредприятий и землепользовании.
Развитие, контроль и верификация	Commission Implementing Regulation (EU) 2022/1173 Regulation (EU) 2021/2116 (IACS, AMS)	Устанавливают внедрение и обязательное использование Area Monitoring System (AMS) на основе данных Copernicus/Sentinel для мониторинга земель и контроля субсидий в рамках CAP.
Космическая программа	Regulation (EU) 2021/696	Определяет правовые основы использования спутников Copernicus для мониторинга земель и поддержки CAP.
Практика		Обязательная интеграция спутниковых данных в процессы CAP, контроль субсидий и формирование агростатистики.

🌐 Страны СНГ — национальные подходы

Уровень	Документ / инструмент	Ключевые положения
Национальные законы	Законы об официальной статистике (Россия, Казахстан, Беларусь и др.)	Определяют общие принципы сбора и обработки данных, но не содержат специальных норм о спутниковом мониторинге.
Отраслевые акты	Постановления правительств и приказы минсельхозов	Регламентируют мониторинг земель, кадастровый учёт, отчётность по растениеводству; спутниковые данные используются как вспомогательный источник.
Межведомственные методики	Например, в Казахстане — интеграция данных KazEOSat в статистику Казахстана; в России — использование систем «ВЕГА» и ЕФГИС ЗСН	Закрепляют использование данных ДЗЗ в отраслевой аналитике, но не в официальной отчётности.
Международные проекты	ФАО, Всемирный банк, ЕС (Twinning, GEO, Open Data Cube)	Способствуют унификации подходов, но не создают обязательных правовых требований.
Практика		Внедрение спутникового мониторинга идёт через пилоты и ведомственные инициативы, без единой наднациональной рамки.

Причины неравномерной интеграции спутникового мониторинга в статистику ЕС

Причины



Минсельхоз – тесное сотрудничество – использование данных



Отсутствие прямого нормативного признания



Ограниченные технические и кадровые ресурсы



Необходимость **разработки** единых **подходов и стандартов**



Настороженность к замене традиционных источников **новыми технологиями**

Примеры системного подхода



Германия – «*Erfassung von Ernteerträgen mit Satellitenbildern und Maschinellen Lernen – das Projekt Fernee 2.0*»

Польша – «*Zeszyt metodologiczny – Produkcja roślinna*»

Опыт Германии – Проект FernEE 2.0

Цель

Использование спутниковых данных Sentinel-2 (Copernicus) и машинного обучения (ML) для оценки урожайности основных культур (пшеница, ячмень, рожь, рапс).

Метод

Интеграция данных BEE, InVeKoS, метео- и почвенных показателей + обработка спутниковых снимков с автоматизацией всего цикла и обучение ML-моделей.

Значение

FernEE 2.0 — шаг к цифровизации агростатистики и интеграции спутникового мониторинга в регулярное производство статистических данных.



Создатели

Статистическое управление земли Гессен, при участии 7 федеральных земель.

Результат

Точность прогнозов $\approx 10-13\%$; подтверждена возможность включения дистанционных методов в официальную статистику урожая.

Опыт Польши – система SATMIROL и методология «Produkcja roślinna»



Создатели

Главное статистическое управление Польши (GUS) и Статистическое управление в Ольштыне при участии ARiMR и научных институтов (IGiK, CBK PAN).



Технология

Система **SATMIROL** — автоматическое определение площадей посевов, мониторинг состояния и прогноз урожайности по спутниковым данным.



Значение

Устойчивая системная интеграция данных ДЗЗ в официальную статистику — от поля до отчёта.

Цель



Создание **единой системы статистического наблюдения** за производством продукции растениеводства с использованием спутниковых данных Copernicus (Sentinel-1,2,3)

Метод



Комбинирование административных, экспертных, биометрических и спутниковых данных (Data Fusion) в едином методологическом цикле наблюдений.

Результат



Повышение точности и оперативности статистики растениеводства; формирование цифровой методологии, интегрирующей данные ДЗЗ в официальную статистику.

Опыт Польши. 2021 год – точка методологического обновления

(Сравнение до и после 2021 года по ключевым характеристикам)

Характеристика	Традиционная методология	Методология с 2021 года
Основные источники данных	Опросы и переписи фермерских хозяйств (анкетные обследования)	Отменено 9 форм стат. наблюдения (оставлено 2). Данные ARiMR (декларации о посевах). Спутниковые данные
Классификация хозяйств	По размеру, типу, специализации (выделялись категории хозяйств)	Данные по всем фермерам в совокупности. Категоризация хозяйств не проводится.
Географический уровень (охват)	По статистическим регионам (NUTS) и крупным территориям	По всем уровням адм. деления (воеводства, повяты, гмины)
Частота обновления	Зависит от вида обследования: примерно каждые 3 года (перепись, ежегодные выборки)	Ежегодное или даже более частое обновление (автоматизированная обработка спутниковых данных)
Детализация данных	Высокая детализация (урожаи по типам хозяйств, посевам и т.п.)	Более общая информация (итоговые объемы по культурам и регионам)
Затраты и ресурсы	Высокие (массовые полевые опросы и работы)	Существенно снижены. Данные спутников дешевле, опросы минимизируются
Сравнимость данных	Сложнее – разные методики опросов в различные годы	Проще – единая спутниковая методика обеспечивает сопоставимость

Сравнение подходов Польши и Германии

Общие черты		Различия	
		Польша	Германия
Использование спутников	Использование Sentinel 1-2 Цель – объективность, автоматизация, снижение нагрузки на респондентов.	23 культуры / урожайность 7 культур	4 озимые культуры
Комбинация данных	Административные (Польша – ARiMR; Германия – InVeKoS), метео/почвенные, экспертные/измерения (Польша – биометрия, оценки; Германия – ВЕЕ-измерения для ML-обучения).	Гибрид (экспертные оценки, биометрия, спутники для мониторинга)	ML-модель (ансамбли алгоритмов) для ретроспективного моделирования, с планами на прогнозы
Регионализация	Фокус на мелкомасштабных данных. Детализация по полям.	Зрелая система	Пилот
Проблемы	Облачность, сезонность, интеграция с традиционными методами (экспертные оценки в Польше; оценки фермеров в Германии). Сложность с мелкими хозяйствами.	Оценка (урожайности) на ранних сроках	Оперативные оценки в разработке
		Обработка данных	R/Caret, мозаика для облаков
		Ошибки валидации	Количественно оценивает ошибки (MAE/nMAE)

Спутниковые технологии как инструмент статистики



Требуется закрепление спутниковых данных как официального источника статистической информации и включать их в методологические стандарты наблюдений.

Развитие для обмена данными между стат. органами, ведомствами и научными учреждениями. Создание единой межведомственной цифровой платформы.

Интегрировать результаты успешных практик (FernEE, SATMIROL, ТДК СХМП) в официальную отчетность как часть постоянного статистического производства.

Формирование компетенций в области анализа спутниковых данных, машинного обучения и геоинформационных систем среди специалистов ведомств.

Использовать открытые спутниковые данные и лучшие международные подходы для обмена методическими решениями в области анализа спутниковых наблюдений.



ИНСТИТУТ
КОСМИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
РАН

Спасибо за внимание !

Контактная информация:

Лупян Евгений Аркадьевич

e-mail: evgeny@smis.iki.rssi.ru

тел. +7 916 124 71 49

**Отдел «Технологий
спутникового
Мониторинга»**

