



# Реализация на базе возможностей системы Вега-PRO технологии классификации сельскохозяйственных культур по композитным изображениям на основе данных различных спутниковых систем ДЗЗ

Денисов П.В.<sup>1,2</sup>, Кашницкий А.В.<sup>1</sup>, Колбудаев П.А.<sup>1</sup>,  
Лупян Е.А.<sup>1</sup>, Матвеев А.М.<sup>1</sup>, Плотников Д.Е.<sup>1</sup>,  
Руткевич Б.П.<sup>1</sup>, Толпин В.А.<sup>1</sup>, Трошко К.А.<sup>1</sup>

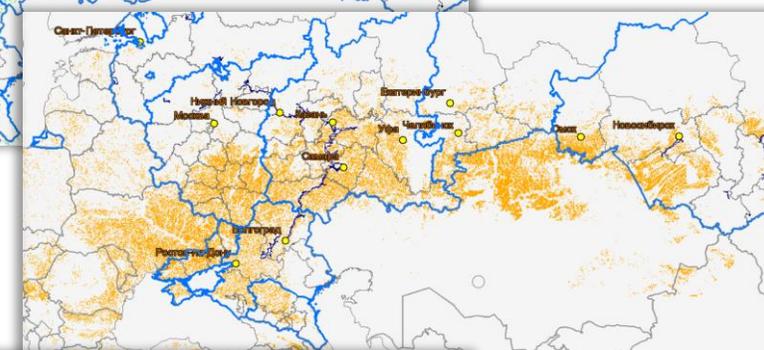
<sup>1</sup>ИКИ РАН, <sup>2</sup>ООО «ИКИЗ»

# ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ

- ✓ Спрос на объективную информацию о выращиваемых культурах у различных потребителей (Минсельхоз России, Росстат, региональные органы управления АПК и др.)
- ✓ Многолетний опыт классификации культур на территории России по данным прибора MODIS<sup>1,2</sup>, наличие результатов успешных экспериментов по классификации по данным высокого пространственного разрешения<sup>3</sup>
- ✓ Наличие в Вега-PRO исходных данных для классификации – временных рядов композитных изображений, полученных по данным различных спутниковых систем ДЗЗ
- ✓ Наличие в Вега-PRO возможности создания обучающих выборок для классификации



Примеры карт озимых и яровых культур, полученных по данным MODIS



Пример композита NDVI по данным MODIS

<sup>1</sup> Плотников Д.Е., Бартаев С.А., Лупян Е.А. Метод детектирования летне-осенних всходов озимых культур по данным радиометра MODIS // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2008. Вып. 5. Т. 2. С. 322-330.

<sup>2</sup> Плотников Д.Е., Бартаев С.А., Жарко В.О., Михайлов В.В., Присянникова О.И. Экспериментальная оценка распознаваемости агрокультур по данным сезонных спутниковых измерений спектральной яркости // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т.8. № 1. С. 199-208.

<sup>3</sup> Плотников Д.Е., Хвостиков С.А., Бартаев С.А. Метод автоматического распознавания сельскохозяйственных культур на основе спутниковых данных и имитационной модели развития растений // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15. №4. С. 131-141. DOI: 10.21046/2070-7401-2018-15-4-131-141.

# РЕЖИМЫ РАБОТЫ РАЗРАБОТАННОГО ИНСТРУМЕНТА И ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СПУТНИКОВЫЕ ДАННЫЕ

## Режимы работы:

- ✓ Верификация
- ✓ Попиксельная классификация (Random Forest) в пределах границ полей
- ✓ Пописельная классификация (Random Forest) без границ полей

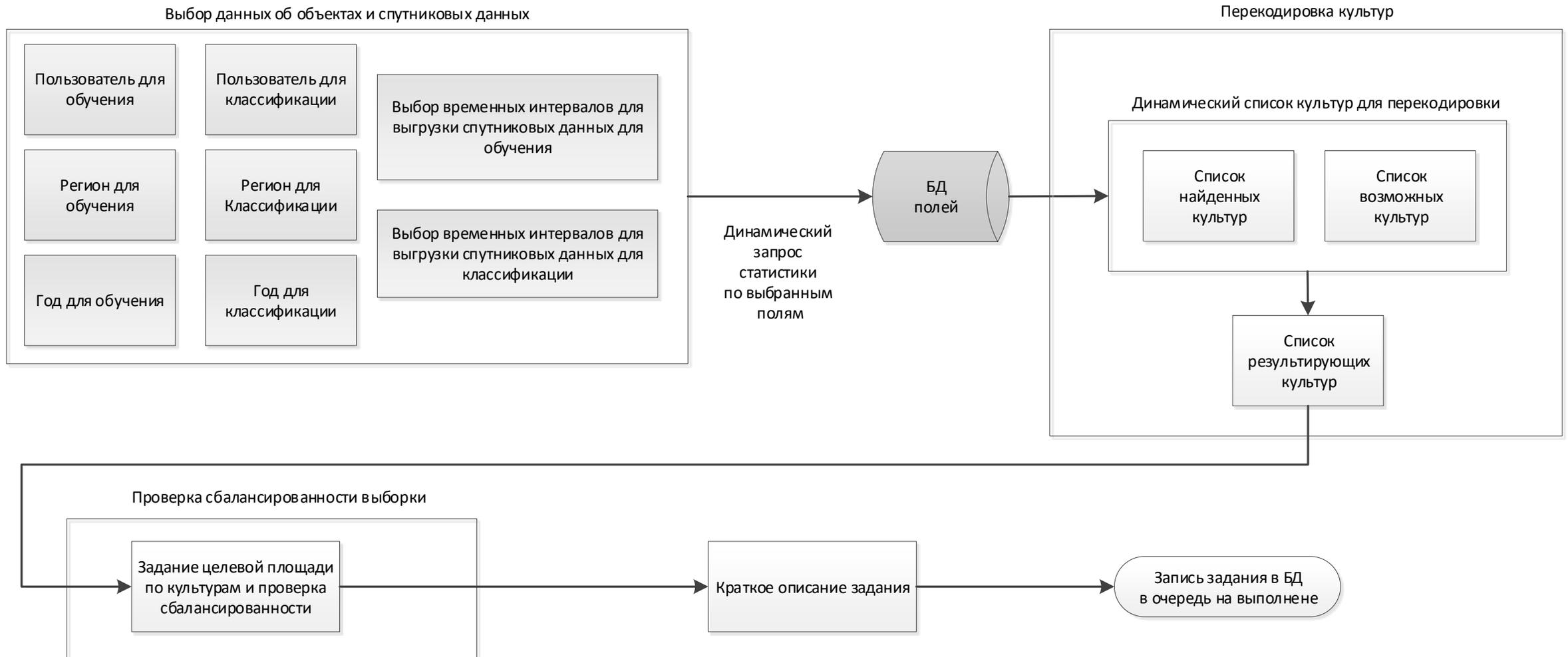
## Используемые спутниковые данные – композиты NDVI:

- ✓ Ежедневные MSI<sup>1</sup>
- ✓ Ежедневные KMCC<sup>1</sup>
- ✓ Ежедневные MODIS<sup>1</sup>
- ✓ Ежедневные VIIRS<sup>1</sup>
- ✓ Ежемесячные Landsat<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Plotnikov D.E., Loupian E.A., Kolbudaev P.A., Proshin A.A., Matveev A.M. Daily surface reflectance reconstruction using LOWESS on the example of various satellite systems // IEEE Xplore. VIII International Conference on Information Technology and Nanotechnology. (ITNT), 2022.

<sup>2</sup> [http://smiswww.iki.rssi.ru/files/presentations/2024/geoglam2024\\_plotnikov\\_27092024.pdf](http://smiswww.iki.rssi.ru/files/presentations/2024/geoglam2024_plotnikov_27092024.pdf)

# БЛОК-СХЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ЗАДАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ КЛАССИФИКАЦИИ В ПРЕДЕЛАХ ГРАНИЦ ПОЛЕЙ)



# ИНТЕРФЕЙС ФОРМИРОВАНИЯ ЗАДАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ КЛАССИФИКАЦИИ В ПРЕДЕЛАХ ГРАНИЦ ПОЛЕЙ)

Формирование задания для классификации

Выбор режима:

**Выбор данных**

**Обучающая выборка**

Выбор года:

Выбор региона

Использовать поля:

**Классифицируемая выборка**

Выбор года:

Выбор региона

**Выбор спутниковых данных**

Использовать данные:

**Выбор временного интервала для выгрузки спутниковых данных**

Стартовая дата:     Финальная дата:     Количество дней: 153

Только для выбранного периода в году

**Дополнительный временной диапазон для выгрузки спутниковых данных**

Стартовая дата:     Финальная дата:     Количество дней: 153

**Перекодировка культур**

Культура согласно обучающей выборке (исходный класс обучающей выборки)	Культура для классификации (выходной класс)
Земли под паром	<input type="text" value="Земли под паром"/>
Кукуруза	<input type="text" value="Кукуруза"/>
Многолетние травы	<input type="text" value="Многолетние травы"/>
Озимые культуры	<input type="text" value="Озимые культуры"/>
Поздние яровые культуры	<input type="text" value="Поздние яровые культуры"/>
Ранние яровые культуры	<input type="text" value="Ранние яровые культуры"/>
Рапс озимый	<input type="text" value="Рапс озимый"/>
Рапс яровой	<input type="text" value="Рапс яровой"/>
Соя	<input type="text" value="Соя"/>
Яровые культуры	<input type="text" value="-"/>

**Проверка сбалансированности выборки**

Культура для классификации	Площадь выборки, Га	Количество объектов	Целевая площадь, Га	% выборки от целевой площади
Земли под паром	982.8	10	<input type="text" value="1000"/>	98.28
Кукуруза	1453.2	16	<input type="text" value="5000"/>	29.06
Многолетние травы	2032.1	27	<input type="text" value="3500"/>	58.06
Озимые культуры	2519.7	16	<input type="text" value="11000"/>	22.91
Поздние яровые культуры	71.8	1	<input type="text" value="500"/>	14.35
Ранние яровые культуры	2790.6	34	<input type="text" value="13000"/>	21.47
Рапс озимый	334.5	4	<input type="text" value="1000"/>	33.45
Рапс яровой	1295.4	17	<input type="text" value="4500"/>	28.79
Соя	1381.1	27	<input type="text" value="3000"/>	46.04

Необходимо сбалансировать выборку

**Проверка задания**

Пожалуйста проверьте все параметры задания через запуск.

Добавьте описание задания (необязательно)

# ОТОБРАЖЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ В КАРТОГРАФИЧЕСКОМ ИНТЕРФЕЙСЕ VEGA-PRO (НА ПРИМЕРЕ КЛАССИФИКАЦИИ В ПРЕДЕЛАХ ГРАНИЦ ПОЛЕЙ)

Выбор режима отображения результатов классификации:

- ✓ изображение – растровый результат классификации
- ✓ объекты – поля пользователя с указанием наиболее представленного класса с учётом порога площади, заданного пользователем

Установление правил для сохранения информации о культурах в БД полей

62 АлтКр Мамонт 2023 new

Перейти Снять выделение  
Обновить список

Информация о задании № 62

Год: 2023  
Пользователи: class\_test

Результат задания

Объекты  
Порог площади: 20 %

- Гречиха
- Земли под паром
- Кукуруза
- Многолетние травы
- Неиспользуемые земли
- Осенние культуры
- Подсолнечник
- Ранние яровые культуры
- Рапс яровой
- Соя

Режим отображения: полигон  
Прозрачность: 0 %

Изображение

Сохранение в БД полей

Выбрано культур: 10

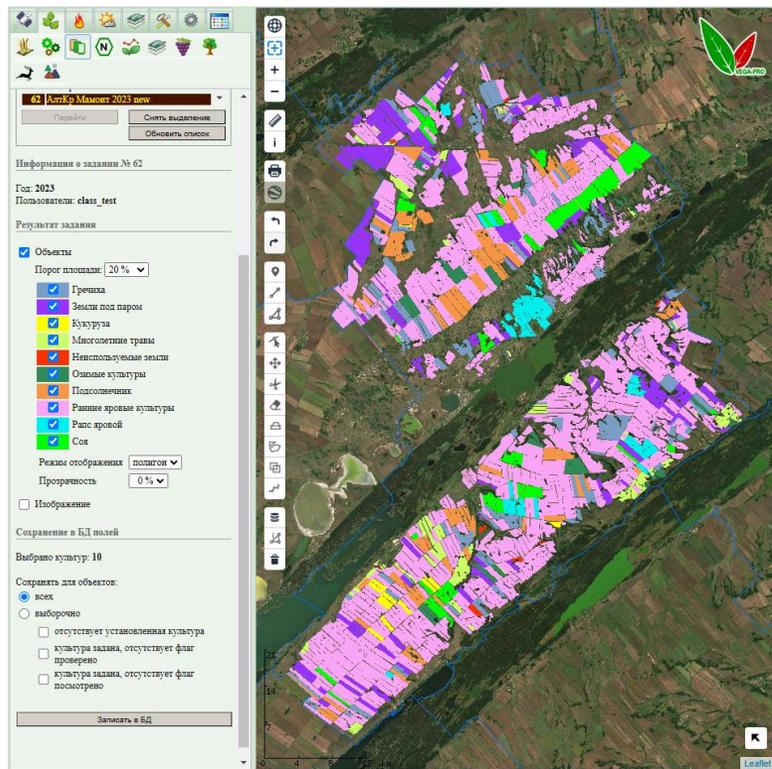
Сохранять для объектов:

- всех
- выборочно
  - отсутствует установленная культура
  - культура задана, отсутствует флаг проверено
  - культура задана, отсутствует флаг просмотрено

Записать в БД

# ОЦЕНКА ДОСТОВЕРНОСТИ КЛАССИФИКАЦИИ

Алтайский край,  
Мамонтовский район, 2023 г.



Размер обучающей выборки – 18% от  
площади каждого класса

	Площади по эталонным данным, га										Итого	РА, %	UA, %	OA, %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1 – неиспользуемые земли	304	0	0	0	0	0	0	0	0	0	304	78,1	100,0	93,2
2 – пар	0	11248	0	145	0	0	0	0	0	363	11756	88,3	95,7	
3 – озимые культуры	0	131	2263	0	0	0	0	0	0	0	2393	78,0	94,5	
4 – гречиха	0	0	0	9247	0	0	0	0	43	0	9290	74,2	99,5	
5 – многолетние травы	9	117	303	35	3090	0	0	0	0	198	3751	96,4	82,4	
6 – рапс яровой	0	0	0	55	0	3524	0	0	0	0	3579	82,2	98,5	
7 – соя	0	0	0	197	0	764	4931	98	310	0	6300	100,0	78,3	
8 – кукуруза	0	0	0	0	0	0	0	911	87	0	997	90,3	91,3	
9 – подсолнечник	0	0	0	139	91	0	0	0	9394	0	9624	91,1	97,6	
10 – ранние яровые культуры	76	1242	335	2646	25	0	0	0	476	63184	67983	99,1	92,9	
<b>Итого</b>	<b>389</b>	<b>12738</b>	<b>2900</b>	<b>12463</b>	<b>3205</b>	<b>4288</b>	<b>4931</b>	<b>1008</b>	<b>10311</b>	<b>63745</b>	<b>115978</b>			

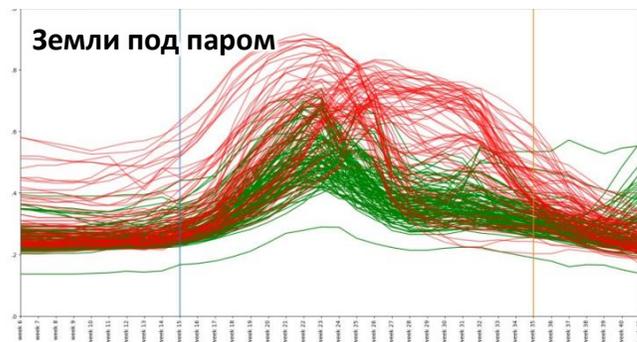
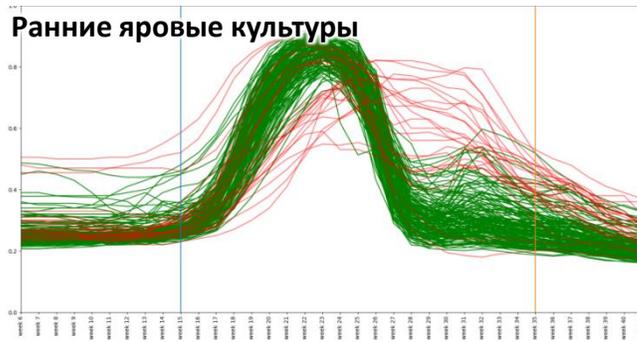
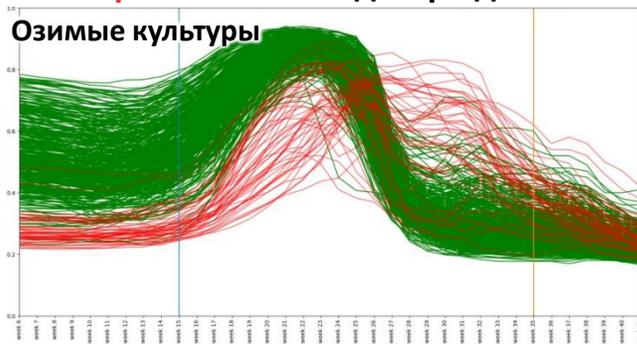
Общая достоверность классификации в  
зависимости от длины временного  
ряда композитов NDVI по данным MSI



- ✓ Стартовая дата – 04.05.2023
- ✓ Финальные даты – середина июля, начало августа, середина августа, середина сентября, середина октября 2023 г.

# ВЕРИФИКАЦИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ СВЕДЕНИЙ О КУЛЬТУРАХ НА ОСНОВЕ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ NDVI, УСРЕДНЕННЫХ ПО ПОЛЯМ

Примеры результатов верификации:  
**зелёные** кривые – культура подтверждена,  
**красные** – не подтверждена



Отображение результатов верификации и классификации на основе временных рядов NDVI, усреднённых по полям, в картографическом интерфейсе Vega-PRO

Информация о задании № 137  
Год: 2020  
Пользователь: vor\_it\_2020

Результат задания

- Верификация
  - Подтверждено
  - Неподтверждено
  - Подтверждение невозможно
- Режим отображения: **линия**
- Прозрачность: 0%
- Классификация
  - все
  - только неподтвержденные
- Земли под паром
- Кукуруза
- Озимые культуры
- Подсолнечник
- Ранние яровые культуры
- Сахарная свёкла
- Соя

- Режим отображения: **полигон**
- Прозрачность: 0%

Сохранение в БД полей

Выбрано культур: 3 для всех

Сохранять для объектов:

- всех
- выборочно
  - культура залана, отсутствует флаг проверено
  - культура залана, отсутствует флаг просмотрено

Записать в БД

## Описание метода:

Кашницкий А.В., Антошкин А.А., Денисов П.В., Толпин В.А., Трошко К.А. Верификация информации о местах произрастания сельскохозяйственных культур на основе среднего значения индекса NDVI на поле // Материалы X Международной научной конференции "Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли". Красноярск, 12–15 сентября 2023. Научный редактор Е. А. Ваганов. Электронное научное издание, 2023. С. 102-105.

Кашницкий А.В., Антошкин А.А., Денисов П.В., Толпин В.А., Трошко К.А. Метод получения информации о местах произрастания сельскохозяйственных культур на основе хода индекса NDVI на поле // Материалы 21-й Международной конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». Москва: ИКИ РАН, 2023. С. 372. DOI 10.21046/21DZZconf-2023a

# ВЫВОДЫ

- ✓ На базе системы Вега-PRO создана работающая технология, позволяющая при наличии эталонной информации о выращиваемых культурах на части полей осуществлять распознавание культур в пределах всей области интереса с высокой достоверностью, а также проводить верификацию имеющихся сведений о культурах
- ✓ Технология поддерживает возможность работы с данными различных спутников/приборов: Sentinel-2, Landsat, Meteor-M/КМСС, MODIS, VIIRS

Работа выполнена в рамках темы «Мониторинг» (госрегистрация № 122042500031-8) с использованием возможностей Центра коллективного пользования «ИКИ-Мониторинг»<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Лупян Е.А., Прошин А.А., Бурцев М.А., Кашницкий А.В., Балашов И.В., Барталев С.А., Константинова А.М., Кобец Д.А., Мазуров А.А., Марченков В.В., Матвеев А.М., Радченко М.В., Сычугов И.Г., Толпин В.А., Уваров И.А. Опыт эксплуатации и развития центра коллективного пользования системами архивации, обработки и анализа спутниковых данных (ЦКП «ИКИ-Мониторинг») // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. No. 3. С. 151-170. DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-3-151-170.

# КОНТАКТЫ

**Трошко Ксения Анатольевна**

E-mail: [troshko\\_prosto@cosmos.ru](mailto:troshko_prosto@cosmos.ru)

**Отдел технологий спутникового мониторинга ИКИ РАН**

<http://smiswww.iki.rssi.ru/>

**ООО «ИКИЗ»**

<http://iki-z.ru/>

**Сервис Вега-PRO, Вега-Science**

<http://pro-vega.ru/>, <http://sci-vega.ru/>

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**