

Двадцать вторая международная конференция "СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА"

# Дешифровочные признаки основных этапов ввода неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения в оборот и возможности их автоматизированного выявления

Степанченко Ольга Евгеньевна  
Антошкин Антон Александрович  
Руткевич Борис Петрович

11 ноября 2024 г.



## Введение

Мониторинг ввода неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения в оборот – актуальная задача, стоящая перед региональными органами управления АПК при реализации мероприятий Государственной программы эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации, утвержденной постановлением Правительства от 14.05.2021 № 731. Ввиду того, что мероприятия по вводу земель в оборот осуществляются на обширных территориях, особую ценность при их отслеживании представляют спутниковые данные ДЗЗ. При этом встаёт вопрос о возможности дешифрирования по спутниковым изображениям признаков различных этапов вовлечения земель в оборот.

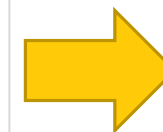
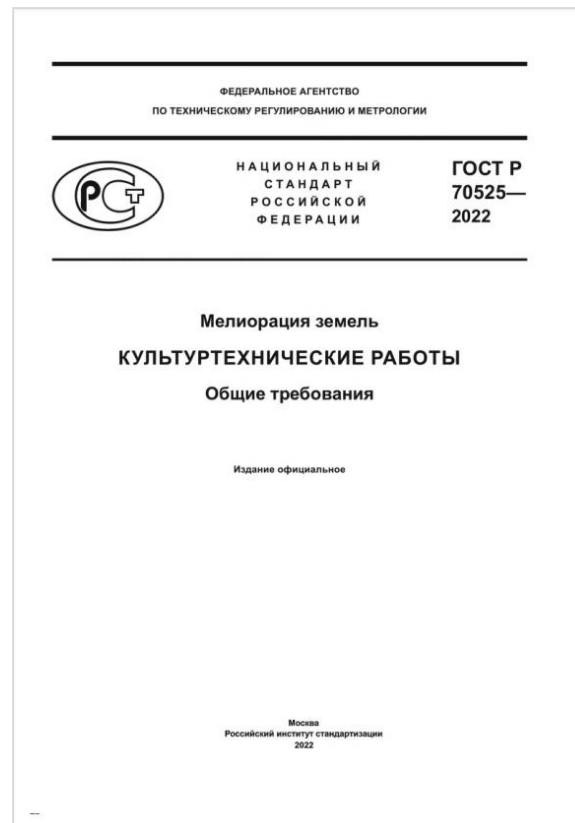
## Задача и цели работы

Главной целью в представляемой работе является определение дешифровочных признаков основных этапов ввода неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения в оборот и возможности их автоматизированного выявления.

На основе поставленной цели решаются следующие задачи:

1. Изучение основных этапов ввода в оборот и выявление дешифровочных признаков на основе визуального (экспертного) метода с применением мультиспектральных снимков
2. Возможности применения автоматизированного метода для выявления земель введенных в оборот на обширные территории

На основании общего требования по проведению культуртехнических работ ГОСТ Р 70525-2022 определены основные виды работ определяемых по спутниковых снимкам.







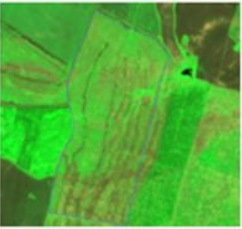
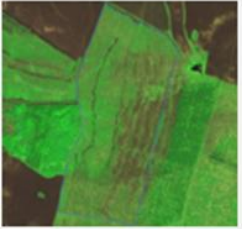

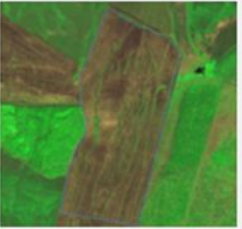

## Основными этапами ввода в оборот являются:

1. Расчистка земель от древесно-кустарниковой растительности
2. Расчистка земель от растительных остатков
3. Первичная обработка почвы

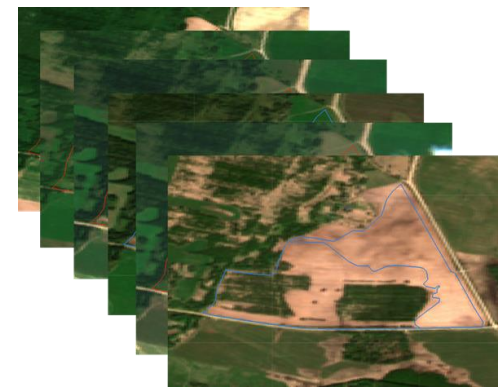
# Визуальный (экспертный) метод

## Исходные данные

Первый метод основывается на визуальном извлечении дешифровочных признаков из серии мультиспектральных спутниковых снимков Sentinel-2, характерных для различных этапов проведения культуртехнических мероприятий по вводу в оборот неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения. По результатам составлен каталог дешифровочных признаков с пояснениями по их интерпретации.

Каталог дешифровочных признаков				
Этапы работ	Спутниковый снимок		Наземная съемка	Дешифровочные признаки
<b>Участок заросший древесной растительностью</b>				
Расчистка земель от древесно-кустарниковой растительности (срезка, валка ДКР, корчевка пней, кустарника)	До 06.07.2022	После 16.10.2022		Основным признаком при расчистке ДКР является различие в контрасте яркости в сравнении с лесными массивами. Наличие ДКР на сельскохозяйственных угодьях можно идентифицировать по зернистой текстуре изображения, отсутствию резких цветовых переходов, связанных с осуществлением сельскохозяйственного производства. Признаками расчистки земель от ДКР будут являться наличие на полях неоднородных по цвету и текстуре пятен - участков с поваленными деревьями и выкорчеванным кустарником, наличие изреженной растительности.
				
Расчистка земель от растительных остатков (разделка, трелевка, древесины, сгребание и формирование куч, запашка растительных остатков)	28.05.2024	05.06.2024		Сгребание и формирование куч на снимках может иметь разную текстуру с переходом оттенков цвета от коричневого к зеленому. Чаще всего такой вид работ дешифрируется на снимках по полосчатой или округлой форме сформированных куч растительных остатков, которые могут изменяться в течение сезона по размеру и форме и располагаться в разных частях поля.
				
Первичная обработка почва (дискование, вспашка, культивация)	До 30.06.2024	После 15.07.2024		На снимках обработанный земельный участок имеет четкую геометрическую форму и однотонность внутри поля. Также можно заметить изменение в цвете на более темный относительно растительной биомассы.
				

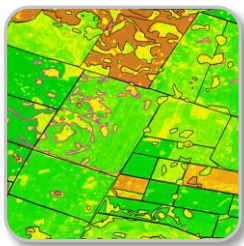
Серия мультиспектральных спутниковых снимков Sentinel-2



На основе проделанной работы можно сделать вывод, что визуальный метод дешифрирования требует высокой квалификации специалистов, но при этом обеспечивает наиболее полный анализ спутниковых снимков на предмет выявления различных этапов реализации мероприятий по вводу неиспользуемых земель в оборот.

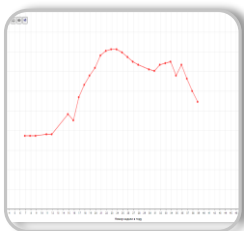
# Схема создания масок пахотных земель

## 1. Подготовка спутниковых данных по территории интереса



- Подготавливается серия сцен спутниковых данных (или композитных изображений) NDVI за 5; вегетационных\* периодов до года ввода в оборот. На год ввода в оборот используется серия снимков сформированная за бесснежный период;
- Все данные приводятся в одну проекцию и одинаковое пространственное разрешение, ограничиваются общим по внешней границе прямоугольником - bbox (или границами з.у. вводимых в оборот). Вегетационный период -- 15 мая – 15 сентября

## 2. Определение пороговых значений NDVI для разных классов.



- В основе классификации объектов лежат следующие предположения: 1) используемые земли за период наблюдения хотя бы раз преодолевают заданный порог NDVI, 2) У земель занятых однолетними и многолетними травами разница максимального и минимального значения NDVI преодолевает порог. 3) неиспользуемые земли всегда имеют NDVI выше порога; 4) водные и антропогенные объекты - всегда меньше порогов. Пороговые значения для года ввода в оборот корректируются в зависимости от региона
- Экспертом подбираются пороговые значения NDVI в зависимости от различных свойств пахотных земель, их географического положения и особенностей используемых данных.

## 3. Алгоритм обработки

- Обработка происходит в несколько этапов:

В каждом пикселе собирается ряд данных, который в дальнейшем классифицируется различными этапами

1)Осуществляется обработка данных за 5 предыдущих лет до года ввода в оборот по следующим формулам:

$If(\min(A,B,C,...) > (\text{порог NDVI}_3), 3, if(\max(A,B,C,...) < (\text{порог NDVI}_4), 4, if(\max(A,B,C,...) - \min(A,B,C,...) > (\text{порог NDVI}_2), 2, 1)$  где: ABC- изображения NDVI за период, порог NDVI<sub>x</sub> – порог подобранный экспертом соответствующий значению распаханной пашни для выбранного региона , 1,2,3,4 класс по результатам обработки к которому будет отнесён пиксель.

2) Осуществляется классификация года заявленного в оборот по следующим правилам для определения признаков ввода в оборот:

$If(A1) < (\text{порог NDVI}_{11}) \text{ and } (\max(\text{Year1}, \text{Year2}, \text{Year3}) - A1 > (\text{порог NDVI}_{12}))$  1,

$If(A2) < (\text{порог NDVI}_{21}) \text{ and } (A2 - A1 > (\text{порог NDVI}_{22}))$  2,

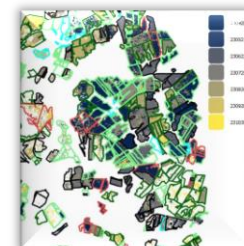
....

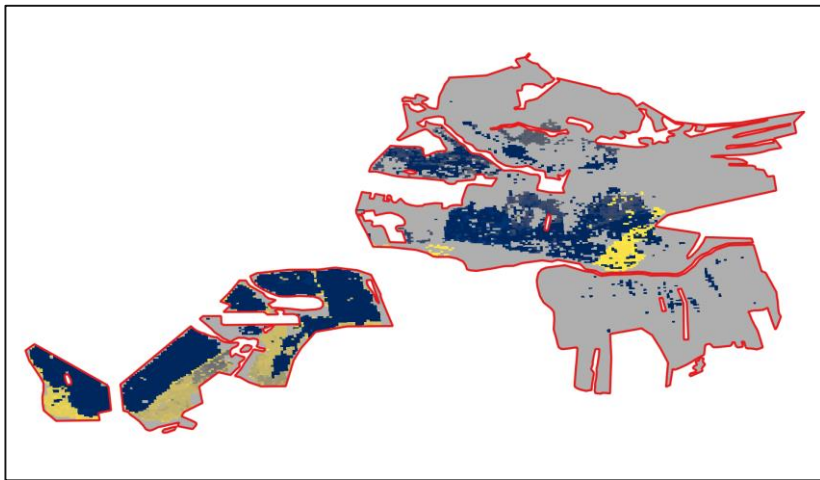
$If(Ax) < (\text{порог NDVI}_{x1}) \text{ and } (A2 - A1 > (\text{порог NDVI}_{x2}))$  x, где: A1A2... - изображения NDVI за период ввода в оборот отсортированные от начала года, порог NDVI<sub>xу</sub> – пороги подобранные экспертом соответствующие уборке древесно кустарниковой растительности , 1,2,3,4, ...,x класс по результатам обработки к которому будет отнесён пиксель соответствующий дате обнаружения признака ввода в оборот.  $\max(\text{Year1}, \text{Year2}, \text{Year3})$  -

3) Повторение второго этапа с другими пороговыми значениями, соответствующими значениям распашки пахотных земель.

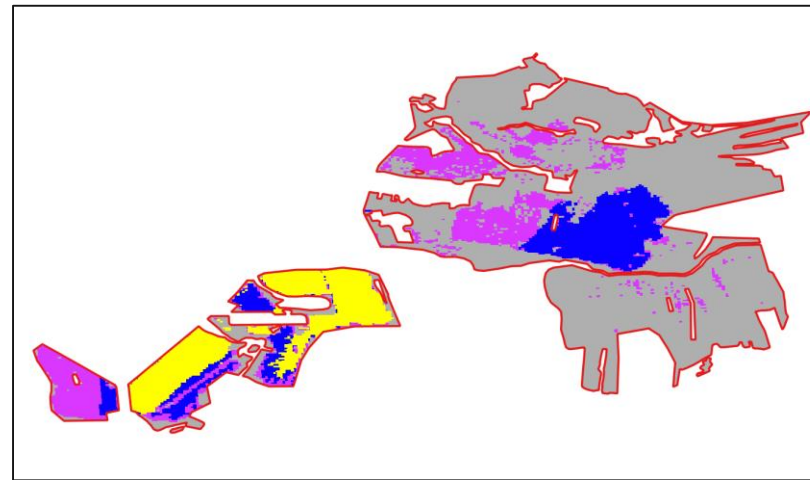
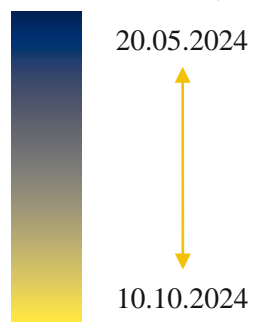
4) Обработка результатов

Код алгоритма реализован на языке Python, основным модулем для реализации алгебры изображения используется модуль gdal\_calc

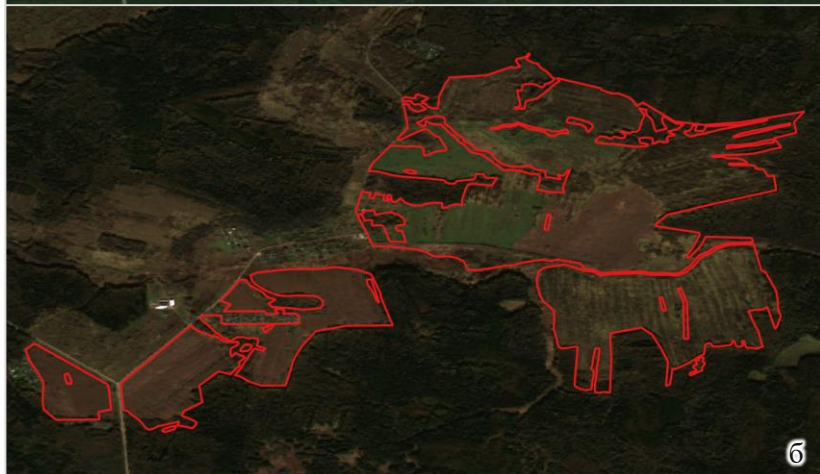
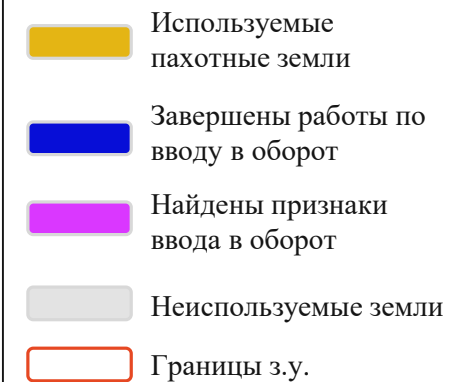




Найденные признаки ввода в оборот ( приводятся на каждые 5 дней от начала полевого сезона )



Результат работы алгоритма



### Заключение

- Достоверность результатов полученных автоматическим способом варьировалась от 70% до 98% ( наибольшая ошибка была вызвана высокой долей облачности в исходных данных, а также с особенностью использования временного периода для дешифрирования признаков ввода в оборот - культуртехнические работы могут проводиться в сроки не связанные с вегетационным периодом, что требует развитие дополнительного подхода для автоматизации и определения таких объектов.)
- Основным преимуществом разработанного автоматизированного подхода к дешифрированию участков ввода в оборот является возможность обрабатывать значительные площади и объемы данных, главным недостатком служит необходимость экспертной проверки некоторой части результатов работы алгоритма.
- Комплексный подход в использовании методов автоматической и ручной обработки позволяет с высокой достоверностью определять площади земель, вовлечённых в сельскохозяйственный оборот.

Спутниковый снимок Sentinel-2 в естественных цветах, а – 23 мая, б – 10 октября

**Спасибо за внимание**

Степанченко Ольга Евгеньевна [okapelika@gmail.com](mailto:okapelika@gmail.com)  
 Антошкин Антон Александрович [antoshkin@d902.iki.rssi.ru](mailto:antoshkin@d902.iki.rssi.ru)