

# Распознавание неиспользуемой пашни по снимкам MODIS

А.Ю. Денисова<sup>1</sup>, А.В. Чернов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева, Московское шоссе 34А, Самара, Россия, 443086

## Аннотация

В настоящее время брошенные поля являются ценным ресурсом для инвестирования в сельскохозяйственное производство, что делает задачу выявления неиспользуемой пашни весьма актуальной. Настоящая статья посвящена вопросу распознавания неиспользуемой пашни по снимкам сенсора MODIS, установленного на борту космических аппаратов Terra и Aqua. В статье используется метод детектирования неиспользуемой пашни на основе объектно-ориентированного подхода с применением признаков на основе вегетационного индекса PVI и байесовского классификатора. Предложенный алгоритм был проверен в границах полей Самарской области и показал точность классификации 90%. Результаты классификации могут быть использованы в качестве исходных данных для выявления земель, пригодных для ввода в оборот.

## Ключевые слова

PVI, неиспользуемые земли, байесовский классификатор

## 1. Введение

Выявление неиспользуемой пашни является одной из главных задач современного сельского хозяйства, поскольку заброшенные участки являются ценным ресурсом для перераспределения земель. Неиспользуемую пашню можно определить, как участки, занятые естественной растительностью в течение трех и более лет. Традиционным способом установления факта отсутствия использования земельного участка являются полевые обследования. Однако на большой территории проведение обследований требует значительного количества времени и трудозатрат. Снижения затрат на полевые обследования можно достичь путем применения методов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), которые позволяют определить наиболее вероятные участки неиспользуемой пашни [1,2].

## 2. Метод и результаты

Исходными данными являются векторные границы сельскохозяйственных полей и снимки MODIS (продукт MOD09GQ с разрешением 250 м) за четырехлетний период.

На этапе формирования признаков производится расчёт среднего значения вегетационного индекса PVI [3] по безоблачным участкам снимков в границах объектов-полей. Для каждого поля формируются временные ряды PVI с 1 апреля по 30 сентября за каждый год.

Для классификации используются признаки, основанные на фенологических характеристиках многолетних рядов естественной и культурной растительности, предложенные в [3,4]: 1) индекс кратчайшего сезона вегетации, который характеризует минимальный для ряда лет отрезок времени, когда значения PVI превышали половину его сезонного максимума; 2) индекс весеннего развития растительности, соответствующий многолетнему минимуму интеграла PVI в период с 1 апреля по 15 июня, 2) индекс сезонного снижения фитомассы – нормированная сумма многолетних сезонных минимумов PVI в период с 15 мая по 15 сентября каждого года наблюдений, 3) индекс межгодовых различий динамики растительности – минимум всех возможных межгодовых корреляций временных рядов PVI, 4) индекс межгодовой изменчивости фитомассы – стандартное отклонение накопленных за различные годы PVI, 5) разностный индекс сезонного пика вегетации – многолетняя медиана

разности максимального и среднего значения РVI. Классификация проводилась байесовским классификатором для нормальных векторов-признаков.

Исследование производилось на данных деклараций из системы ГИС АПК [5] с 2016 по 2019 год. Было отобрано 2088 полей, из которых 618 полей – неиспользуемые в течение четырех лет и 1470 полей – используемые. Производилось сравнение байесовского классификатора (БК) с такими классификаторами как: дерево-решений, линейный дискриминантный анализ (ЛДА), алгоритм k-ближайших соседей (KNN) и метод опорных векторов (SVM).

Результаты классификации всеми алгоритмами приведены в таблице 1.

**Таблица 1**

Сравнение результатов классификации неиспользуемых земель с помощью байесовского и других классификаторов

Вероятность ошибки	Дерево решений	ЛДА	Байесовский классификатор	KNN	SVM
Неиспользуемые	0.104	0.099	0.064	0.124	0.136
Используемые	0.061	0.045	0.065	0.061	0.058

Из таблицы 1 видно, что БК имеет наименьшую ошибку обнаружения в классе неиспользуемых земель. Однако класс используемых земель значительно превосходит по численности класс неиспользуемых земель. Значит, даже малая ошибка ложного обнаружения в классе используемых требует выполнения процедуры дополнительной наземной верификации обнаруженных участков неиспользуемых земель.

### 3. Заключение

В работе рассмотрено применение байесовского классификатора и признаков, основанных на рядах вегетационного индекса РVI, для классификации неиспользуемых земель. Вероятность правильной классификации в класс неиспользуемых составила в среднем 0,936. Однако из-за количественного преобладания используемых земель, ошибка ложного обнаружения в этом классе делает необходимым проверку результатов классификации с помощью дополнительных наземных обследований.

### 4. Литература

- [1] Терехин, Э.А. Распознавание залежных земель на основе сезонных значений вегетационного индекса NDVI / Э.А. Терехин // Компьютерная оптика. – 2017. – Т. 41, № 5. – С. 719-725. DOI: 10.18287/2412-6179-2017-41-5-719-725.
- [2] Плотников, Д.Е. Автоматическое распознавание используемых пахотных земель на основе сезонных временных серий восстановленных изображений Landsat / Д.Е. Плотников, П.А. Колбудаев, С.А. Барталев, Е.А. Лупян // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2018. – Т. 15, № 2. – С. 112-127.
- [3] Барталёв, С.А. Распознавание пахотных земель на основе многолетних спутниковых данных спектрорадиометра MODIS и локально-адаптивной классификации / С.А. Барталёв, В.А. Егоров, Е.А. Лупян, Д.Е. Плотников, И.А. Уваров // Компьютерная оптика. – 2011. – Т. 35, № 1. – С. 103-116.
- [4] Плотников Д.Е. Признаки распознавания пахотных земель на основе многолетних рядов данных спутникового спектрорадиометра MODIS / Д.Е. Плотников, С.А. Барталев, Е.А. Лупян // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2010. – Т. 7, № 1. – С. 330-341.
- [5] Воробьева, Н.С. Разработка геоинформационной системы учета и контроля земель сельхозназначения / Н.С. Воробьева, Е.И. Тимбай // Компьютерная оптика. – 2009. – Т. 33, № 3. – С. 340-344.