



САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
SAMARA UNIVERSITY

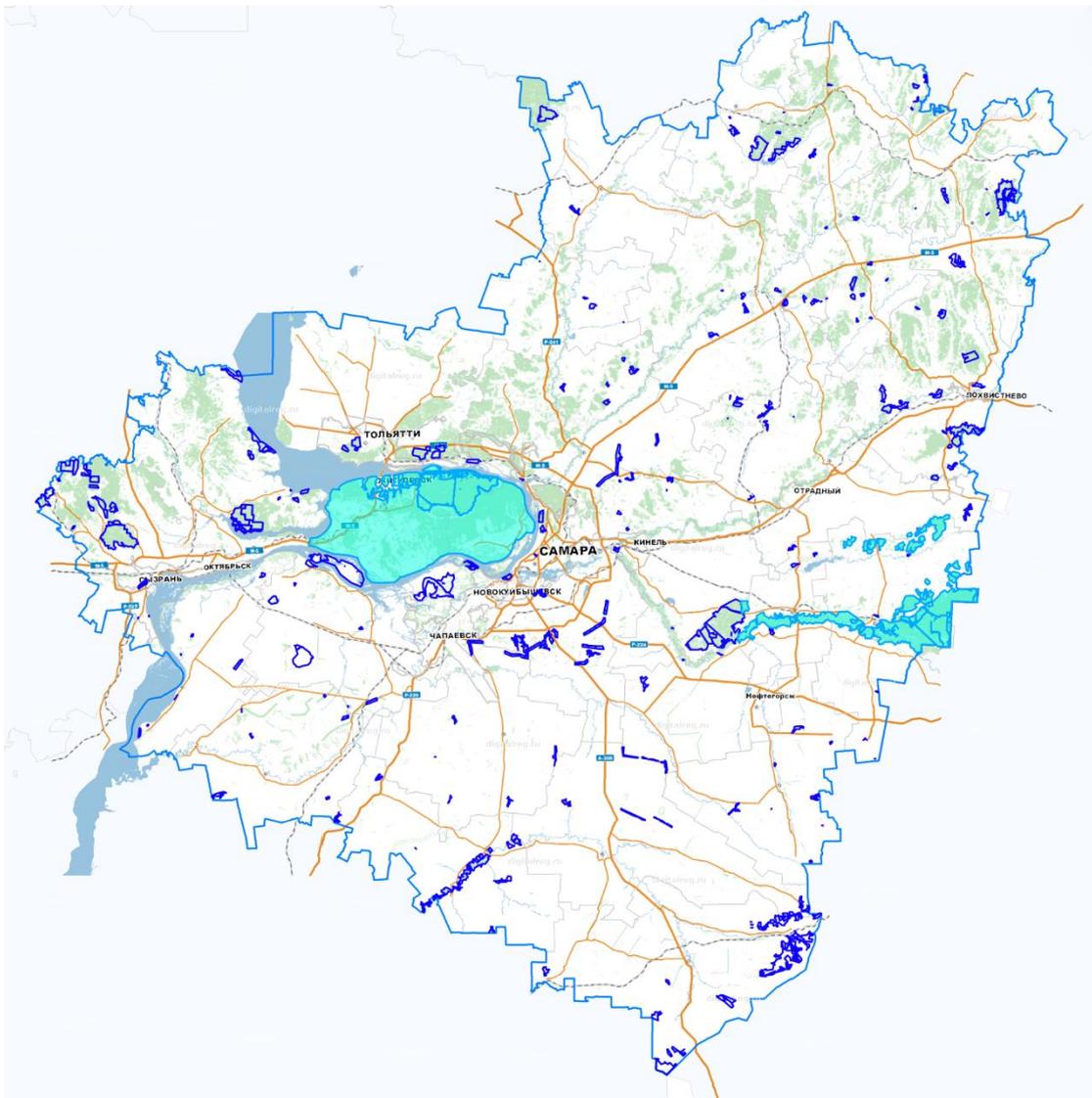
**Разработка и применения новой
информационной технологии
регионального мониторинга
фитоценозов с использованием данных
дистанционного зондирования Земли**

**Сергеев В.В., Баврина А.Ю.,
Кавеленова Л.М., Федосеев В.А.,
Богданова Я.А., Рязанова Я.А.**

**SDM-2025, 26-29 августа 2025 г.,
г. Белокуриха, Алтайский край, Россия**



Особо охраняемые природные территории (ООПТ) Самарской области



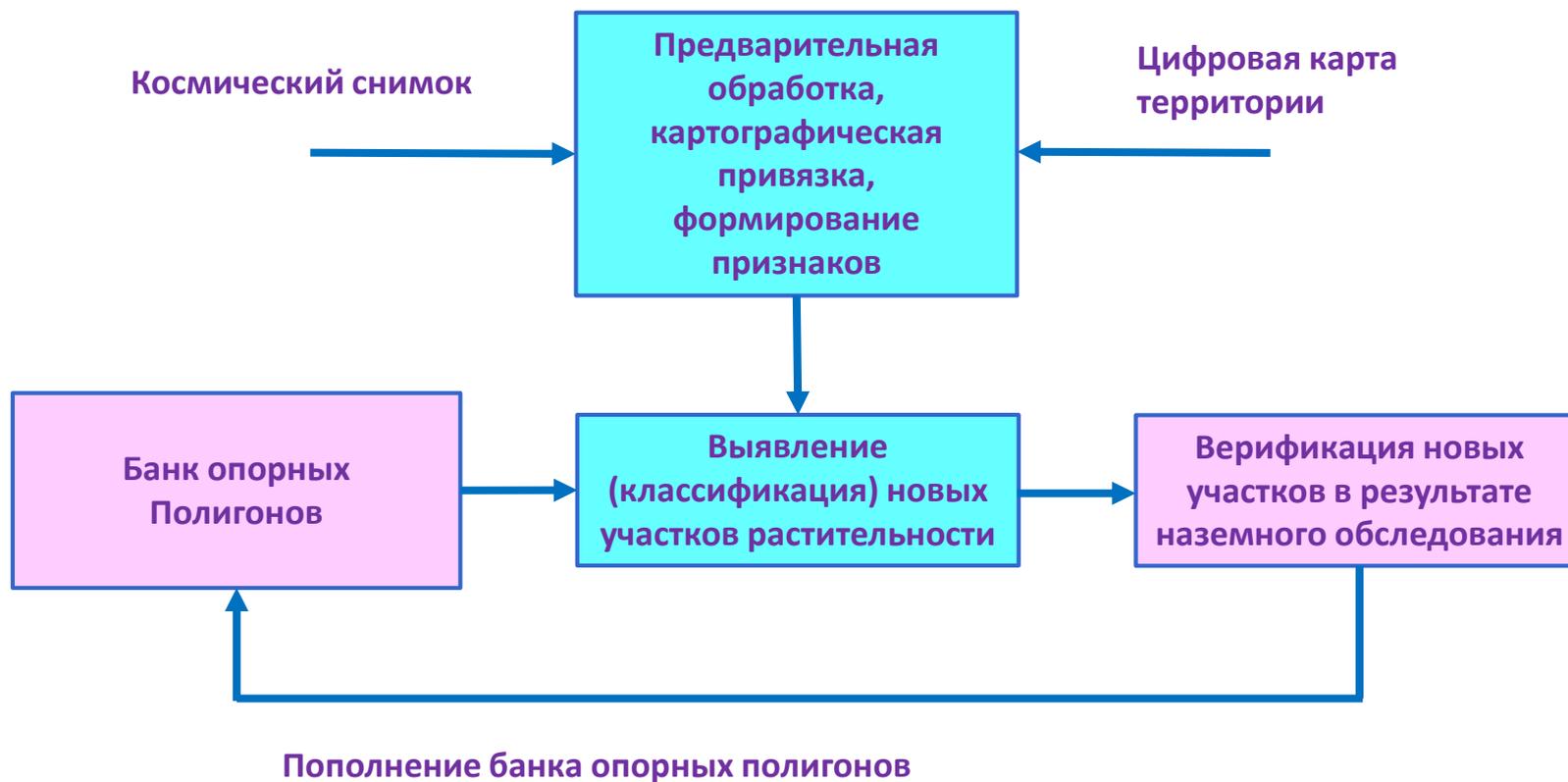
-  - ООПТ федерального значения
-  - ООПТ регионального значения





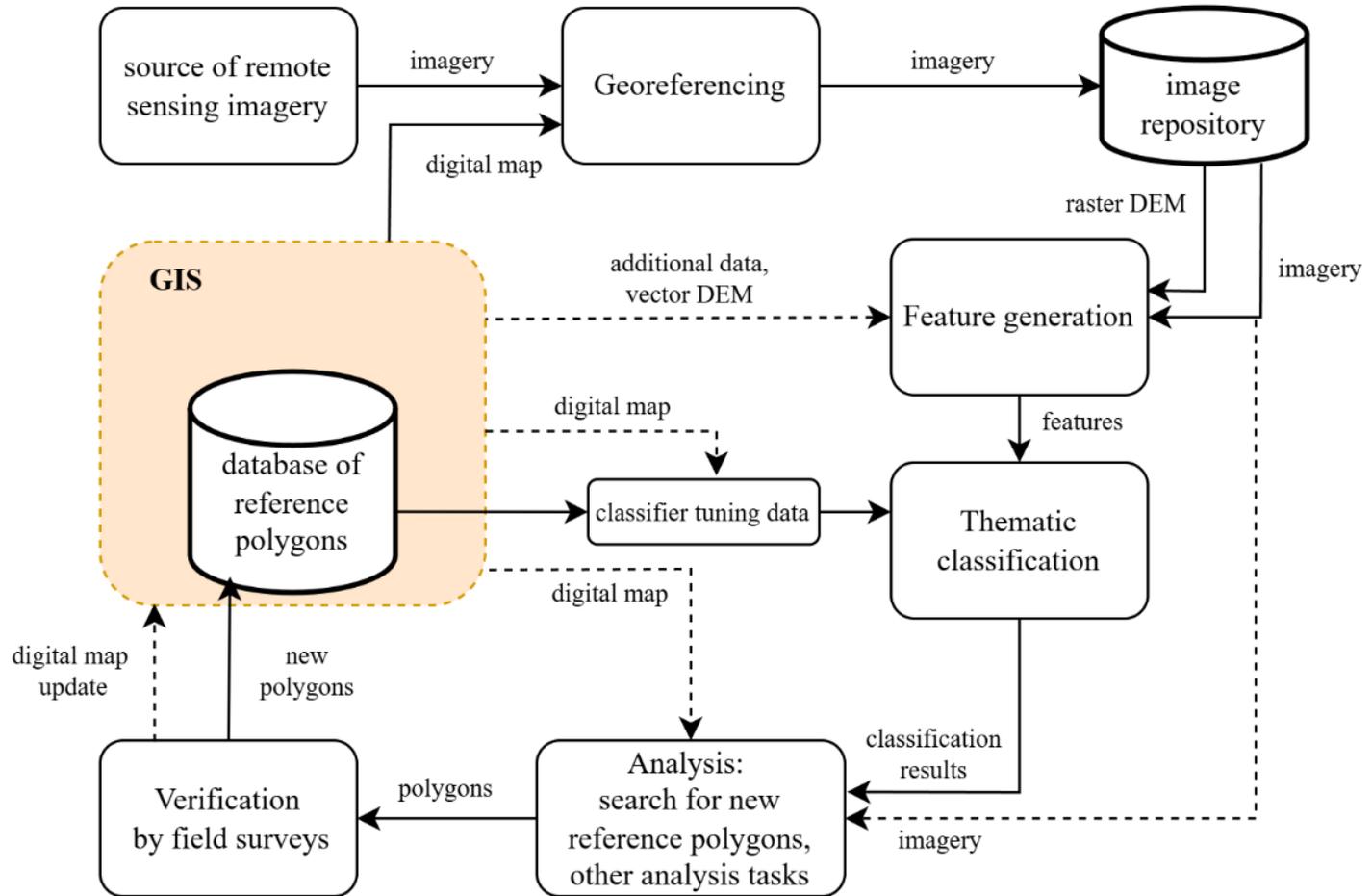
- ✓ Территория мониторинга покрывается одним кадром космической съемки, т.е. зондируется одновременно. Для снимков среднего разрешения (5-20 метров) это обычно несколько тысяч квадратных километров – площадь, соответствующая значительной части типичного российского региона.
- ✓ На территории (под снимком) имеется некоторое количество выявленных или искусственно созданных площадных объектов («опорных полигонов») с известными (верифицированными) характеристиками растительности.
- ✓ На территории действует региональная ГИС, в рамках которой можно вести (и расширять) базу данных фитоценозов в виде графического слоя (площадных объектов – полигонов) и сопутствующих семантических данных (характеристик растительности).
- ✓ Территория обладает развитой транспортной инфраструктурой, позволяющей без существенных затрат провести окончательное (полевое) исследование и верификацию новых фитоценозов, выявляемых в процессе мониторинга.







Детализированная схема информационной технологии





1. Разработка, исследование и практическая апробация сквозной информационной технологии регионального мониторинга растительных сообществ, включающей общую схему мониторинга, методы предварительной обработки и интеллектуального тематического анализа данных дистанционного зондирования.
2. Создание на территории региона сети опорных (тестовых) полигонов с верифицированными характеристиками фитоценозов, разработка методик ее поддержания в актуальном состоянии, достаточном для использования при автоматизированном определении ареалов и классификации растительности на контролируемой территории по данным дистанционного зондирования.





Сложности:

- ✓ нестабильность классов (изменчивость признаков обучающей выборки);
- ✓ малый объём обучающей выборки;
- ✓ необходимость использования алгоритмов с низкой вычислительной сложностью.

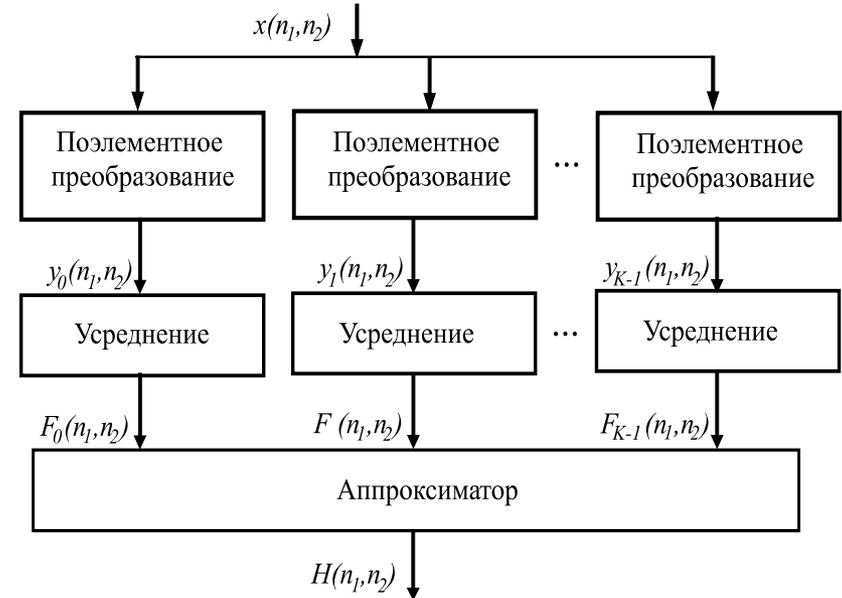
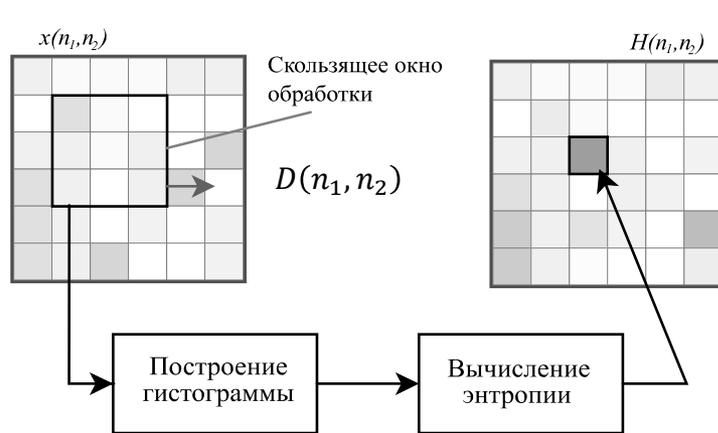
Расширенный вектор признаков:

- ✓ локальные линейные признаки (обобщенные моменты);
 - ✓ локальные статистические признаки;
 - ✓ конкатенация пикселей серии разновременных снимков;
 - ✓ локальные параметры модели рельефа.
-
- ✓ Редукция размерности признакового пространства - PCA.
 - ✓ Классификатор – полносвязная нейронная сеть с двумя скрытыми слоями.
 - ✓ Выход сети – вектор, показывающий степень уверенности (вероятность) в принадлежности пиксела к каждому классу.





Быстрый алгоритм расчета поля локальных энтропийных признаков

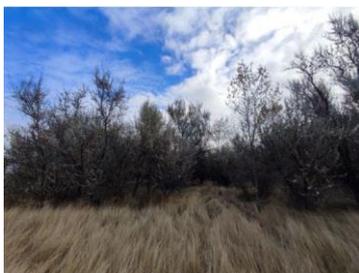


$$H(n_1, n_2) = - \sum_{x=0}^{255} P(x) \log_2 P(x), \quad P(x) - \text{гистограмма по окну } D(n_1, n_2)$$





Объект изучения - Лох узколистный (*Elaeagnus angustifolia* L.)

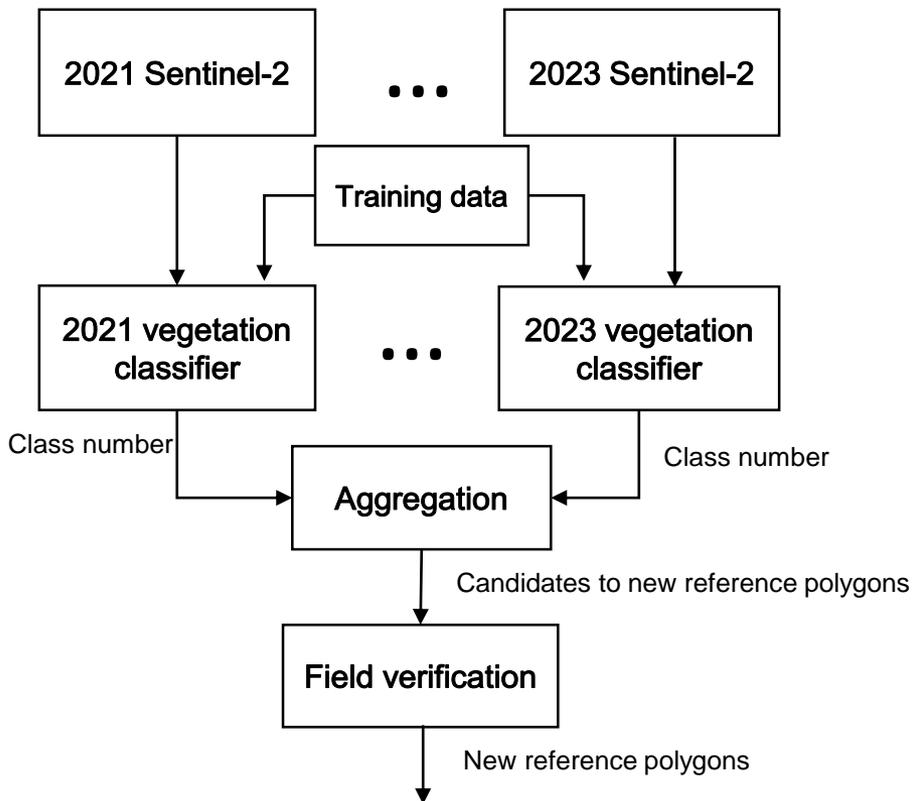




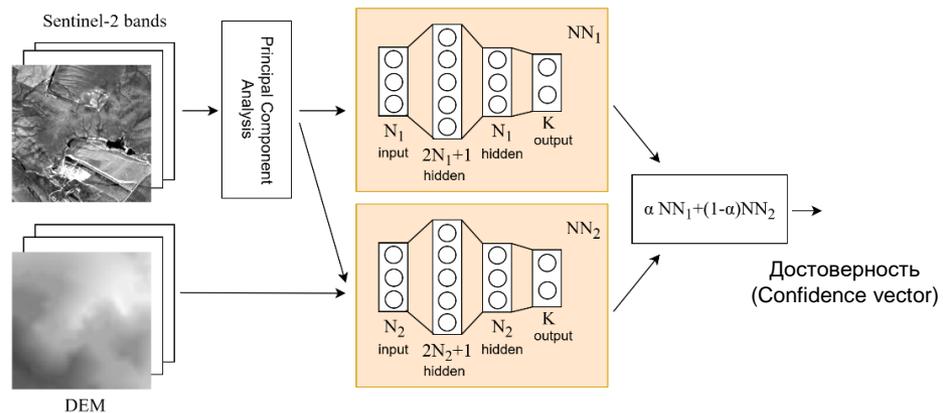
Поиск новых опорных полигонов

Анализ нескольких вегетационных сезонов

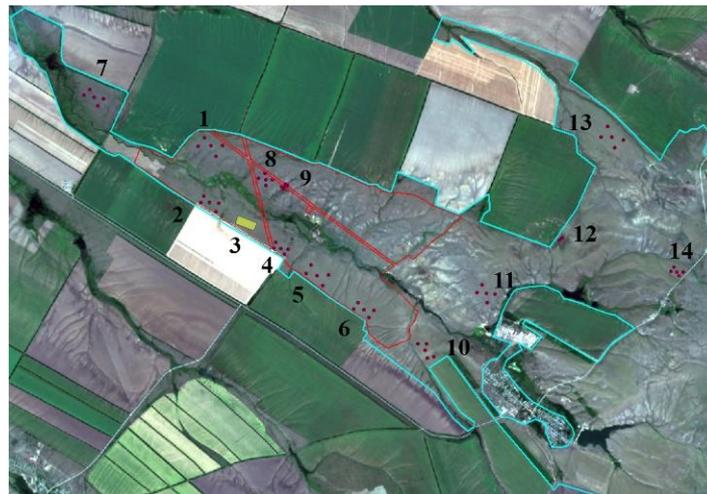
Алгоритм поиска новых опорных полигонов



Классификатор растительности



Опорные точки для наземной проверки





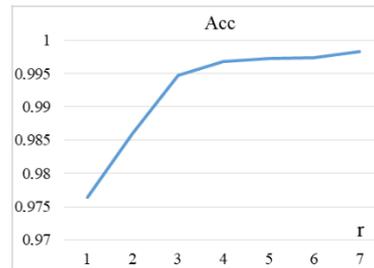
Поиск новых опорных полигонов

Оперативный анализ по текущему сезону

- Последовательное увеличение числа снимков для классификации (!!!заморозка числа признаков!!!)
- Вычисление показателей на основе результатов классификации
- Выбор достаточного количества снимков

Показатели:

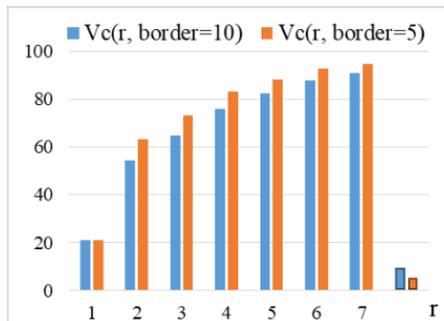
- ✓ Точность классификации на обучающей выборке (Acc)



- ✓ Процент высоких значений достоверности (High confidence percent)

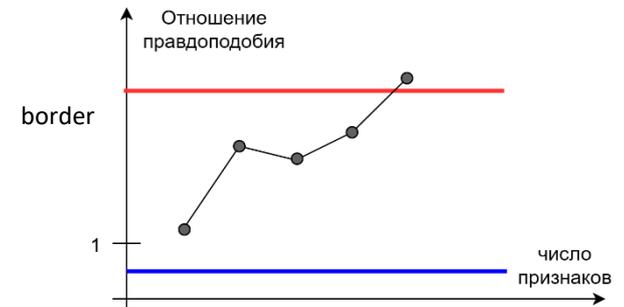


- ✓ Кумулятивный процент проклассифицированных точек (V_c) для



Среднее число снимков:

- 3,37 ($\text{border}=10$)
- 2,75 ($\text{border}=5$)



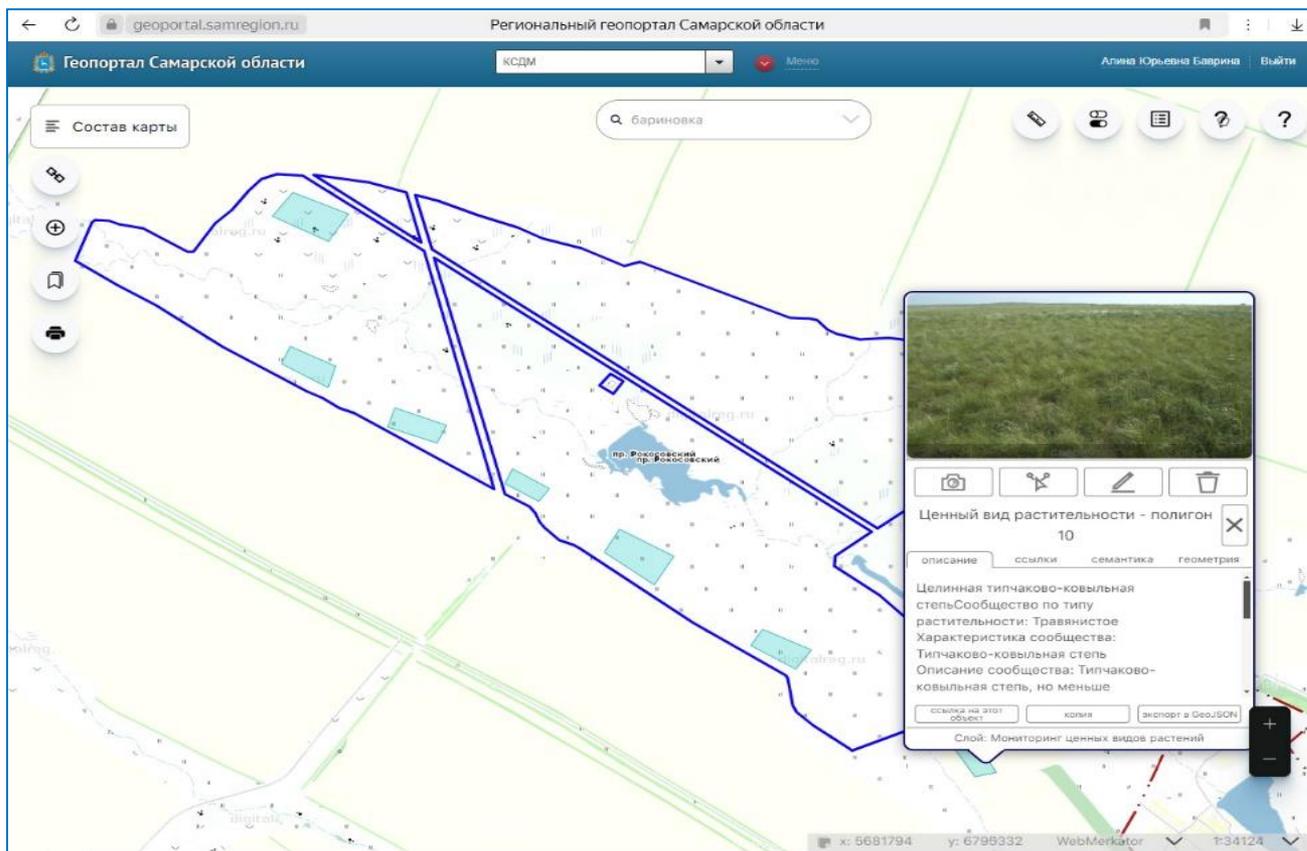
алгоритм Вальда

Вывод: достаточно 3-5 снимков за первую половину вегетационного сезона





<https://geoportal.samregion.ru/>



Интерфейс регионального геопортала с опорными полигонами





Достигнутые научные и практические результаты

- Разработана новая информационная технология регионального мониторинга фитоценозов.
- Разработаны и исследованы новые методы и быстрые алгоритмы предварительной обработки и тематического анализа (классификации) данных ДЗЗ.
- На территории Самарской области создана первичная сеть опорных полигонов с верифицированными характеристиками фитоценозов.
- Разработан классификатор типов растительности, включающий 128 лесных, 12 кустарниковых, 278 травянистых сообществ.
- В составе регионального геопортала Самарской области создана геоинформационная база данных опорных полигонов и выявленных фитоценозов и раздел «Мониторинг растений».
- За сезоны 2023 и 2024 гг. в базу данных введены данные о 418 фитоценозах Самарской области. Из них 319 объектов ценных растительных сообществ, 4 объекта инвазивных растений и 90 объектов прочей растительности.





САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
SAMARA UNIVERSITY

БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ

Сергеев Владислав Викторович,
д.т.н., профессор,
+7 937 996-7-332,
vsERG@geosamara.ru

ул. Московское шоссе, д. 34, г. Самара, 443086
Тел.: +7 (846) 335-18-26 , факс: +7 (846) 335-18-36
Сайт: www.ssau.ru, e-mail: ssau@ssau.ru