

Двадцать вторая международная конференция
«Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса»

Анализ спутниковых снимков Sentinel-2 при зонировании территории по степени карстовой опасности

ЕЛЕНА ВИКТОРОВНА ДРОБИНИНА¹

ЕЛИЗАВЕТА РОМАНОВНА РОМАНОВА^{2,3}

МАРИНА АЛЕКСЕЕВНА КИТАЕВА¹

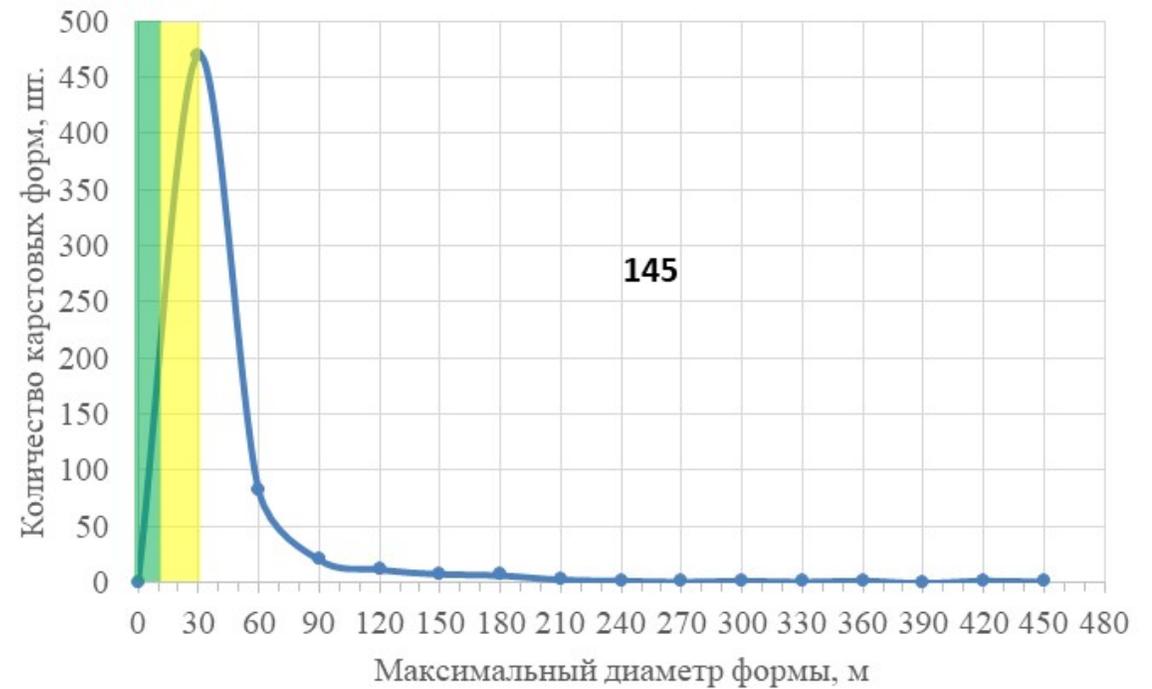
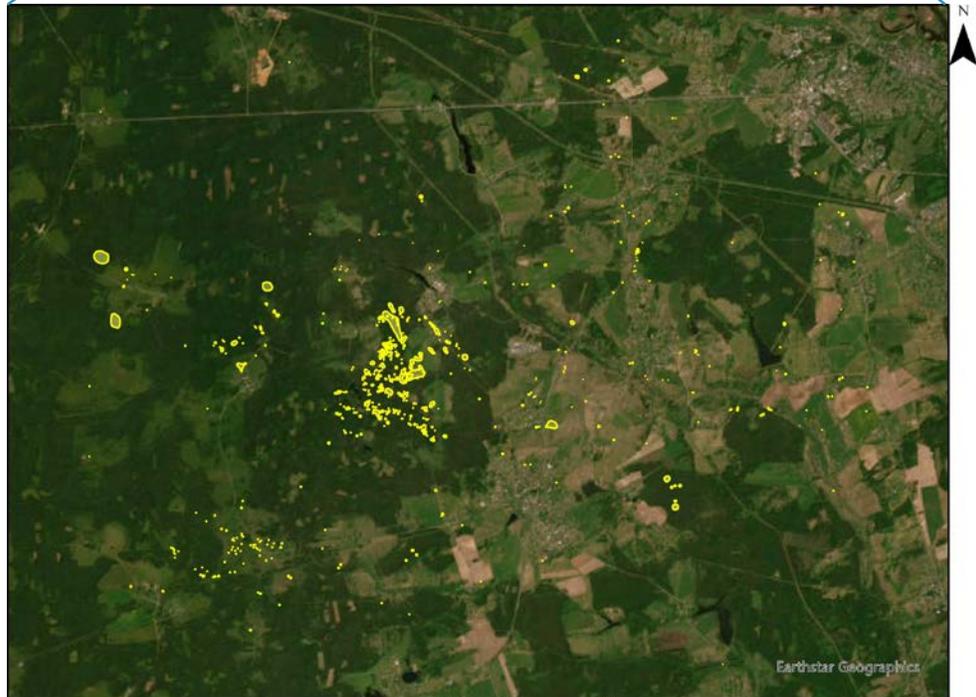
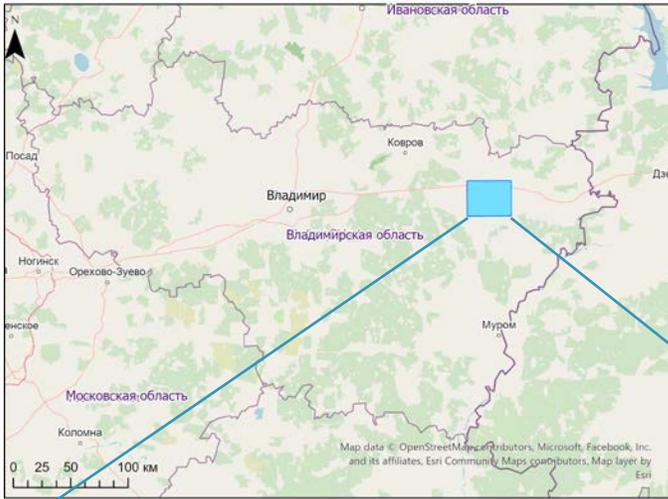
¹Пермский государственный национальный исследовательский университет, "научно-исследовательская лаборатория инженерно-экологических исследований"

²Институт геоэкологии им Е.М. Сергеева РАН (ИГЭ РАН), лаборатория экзогенной геодинамики и анализа геологического риска

³Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, кафедра инженерных изысканий и геоэкологии

Актуальность работы

Распространение карстовых форм на изучаемой территории



Распределение карстовых форм на Пивоваровском карстовом участке по значениям максимальных диаметров

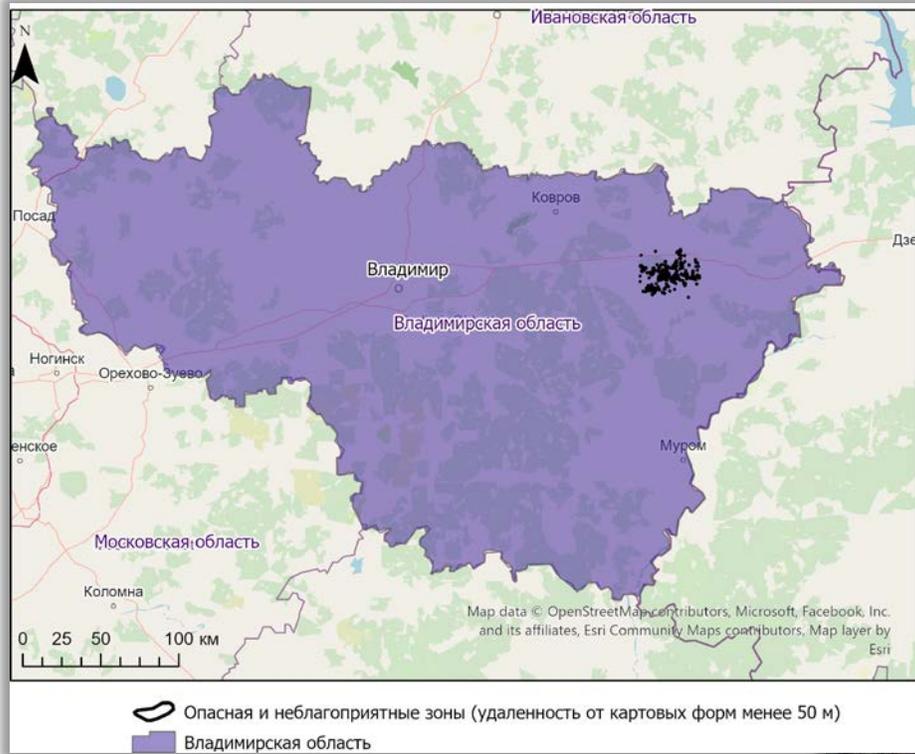
Цель и задачи исследования

Цель - зонировании территории по степени карстовой опасности

Задачи:

- Анализ применимости вегетационных индексов как косвенных индикаторов поверхностной закарстованности
- Расчет спектральных индексов
- Построение растровой модели плотности карстовых форм как показателя поверхностной закарстованности
- Нормализация анализируемых параметров
- Построение модели множественной регрессии и расчет коэффициентов прогнозной модели
- Построение карты зонирования территорию по степени карстовой опасности

Местоположение



Объект исследования

Типовой облик карстовых форм района



© Отчет по теме: «Научно-исследовательские работы на карстоопасных объектах Вязниковского района Владимирской области», 2003 г.

© ООО ПКИБЗ



© Отчет по теме: «Научно-исследовательские работы на карстоопасных объектах Вязниковского района Владимирской области», 2003 г.



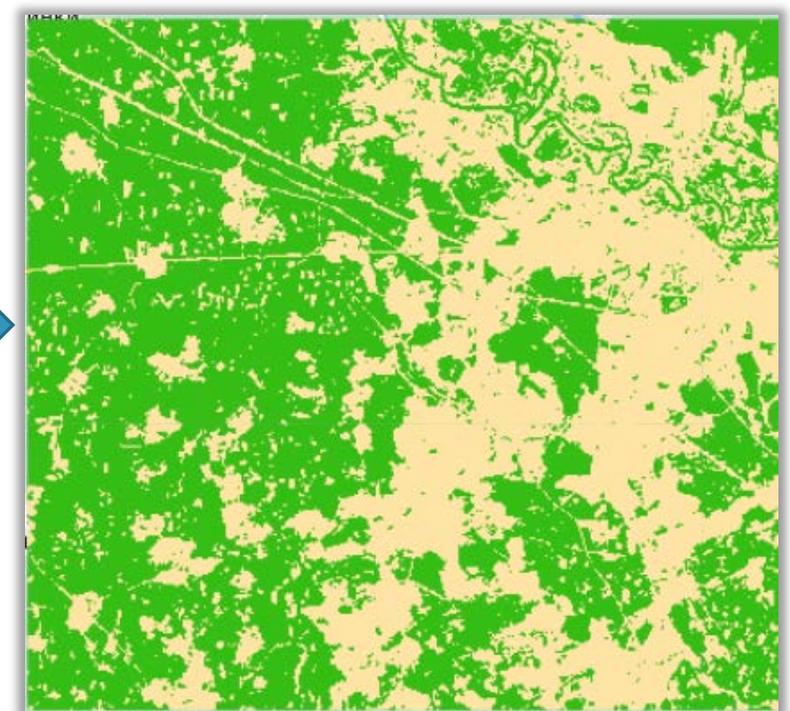
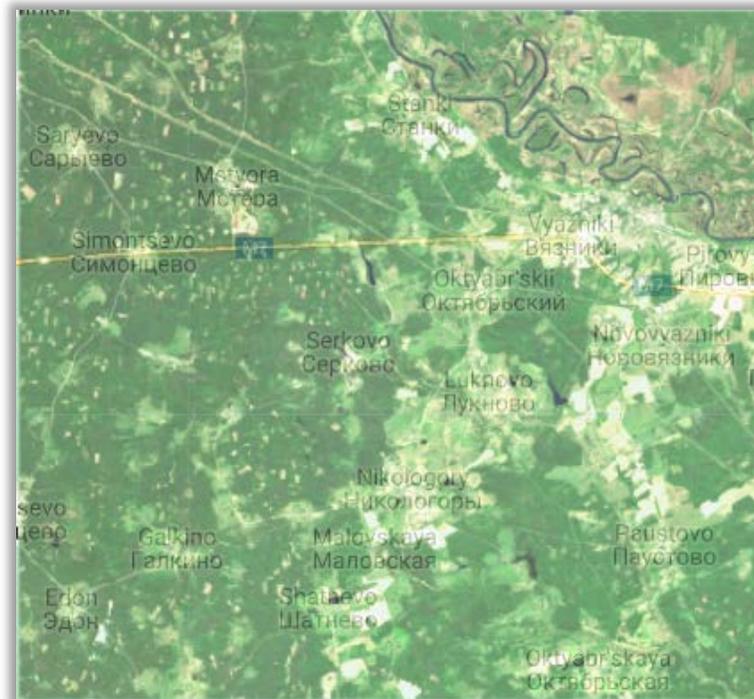
© ООО ПКИБЗ

Выделение участков исследования (не леса)

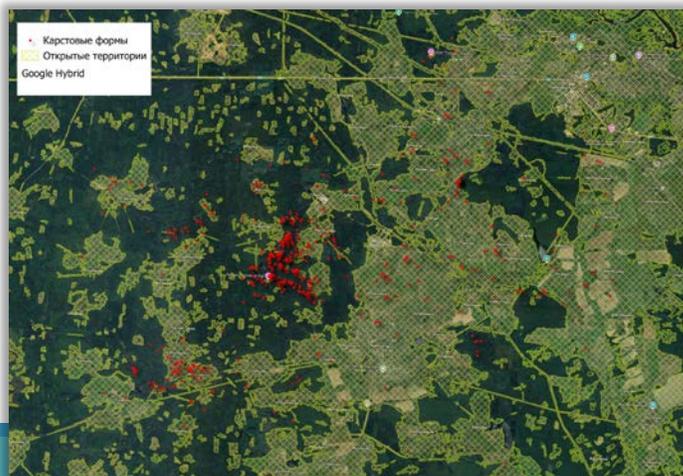
*Спутниковое
изображение в RGB
каналах*

*Бинаризованное изображение:
открытая поверхность и
покрытая лесом*

Классификация (алгоритм CART) с целью разделение территории по типам растительного покрова: участки лесной и луговой растительности.

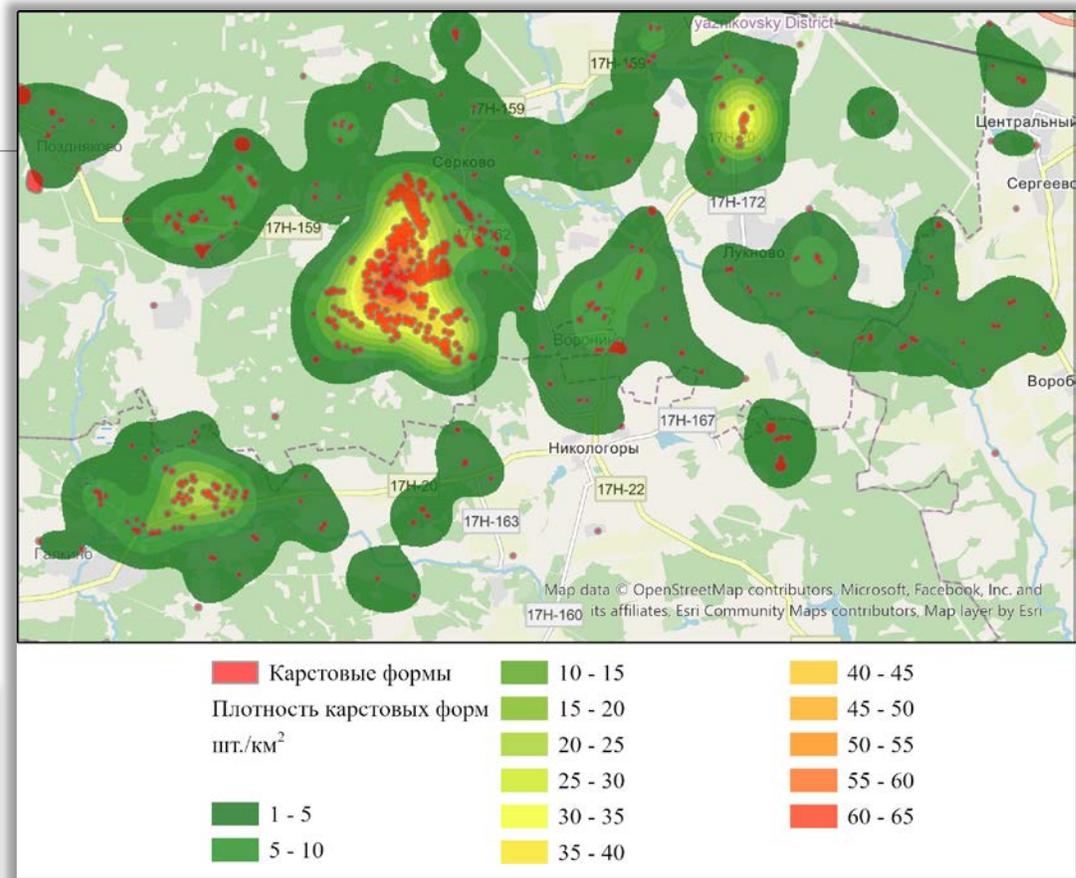
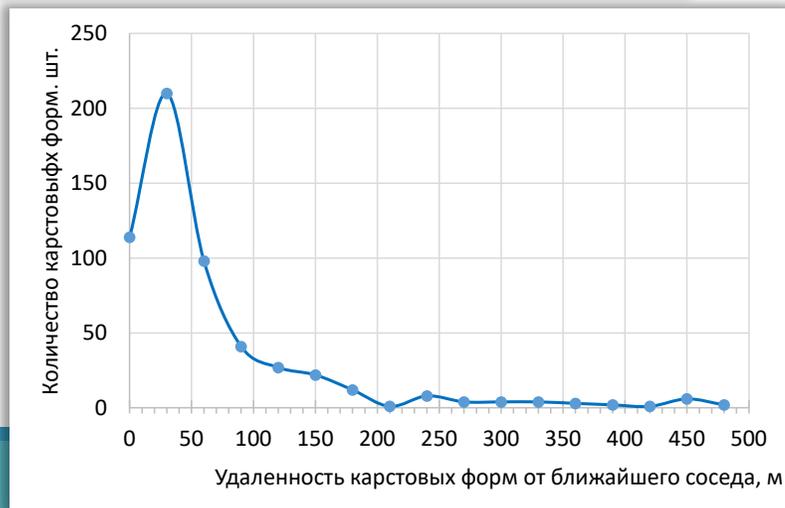
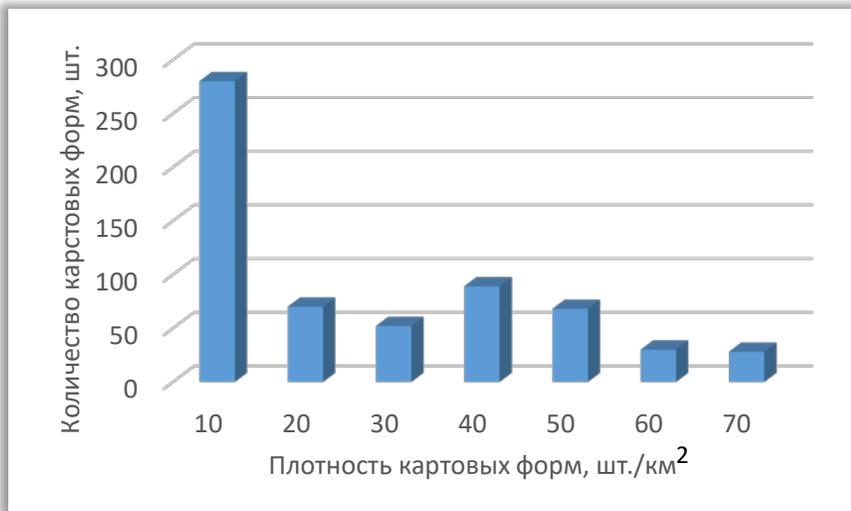


*Векторизованные
очищенные от шумов
открытые территории*



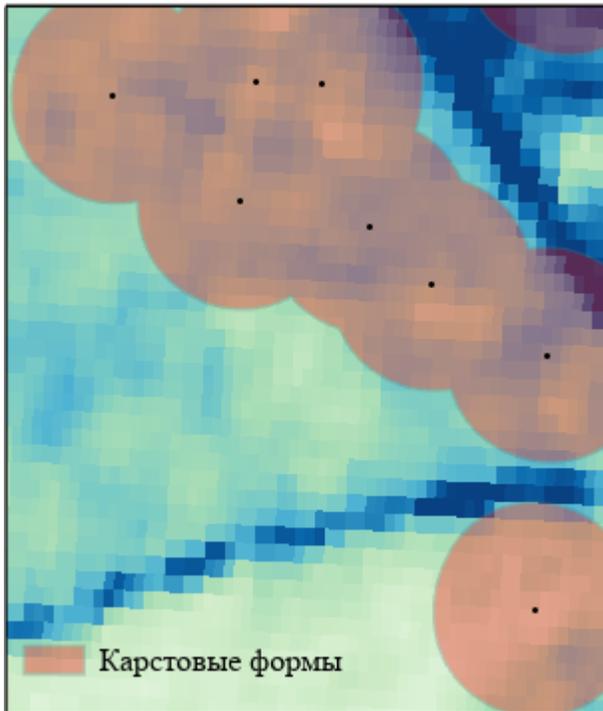
Показатель закарстованности

Плотность карстовых форм – количество карстовых форм на единицу площади

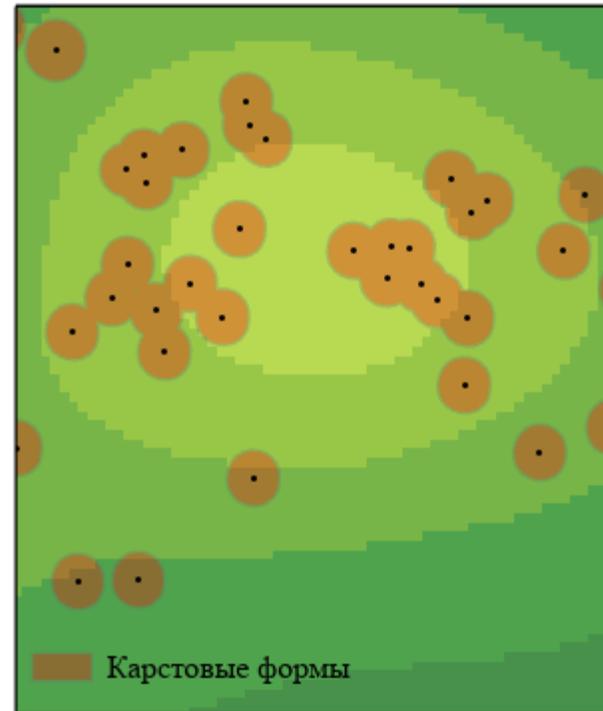


Кривая распределения карстовых форм по удаленности от ближайшего соседа

Зональная статистика как способ минимизации ошибок

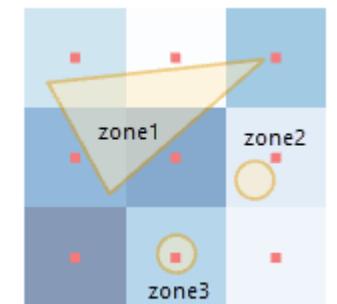


*Определение среднего
спектрального индекса в
пределах формы*



*Определение среднего значения
плотности карстовых форм как
показателя закарстованности в
пределах формы*

*Принципиальная схема
работы инструмента*

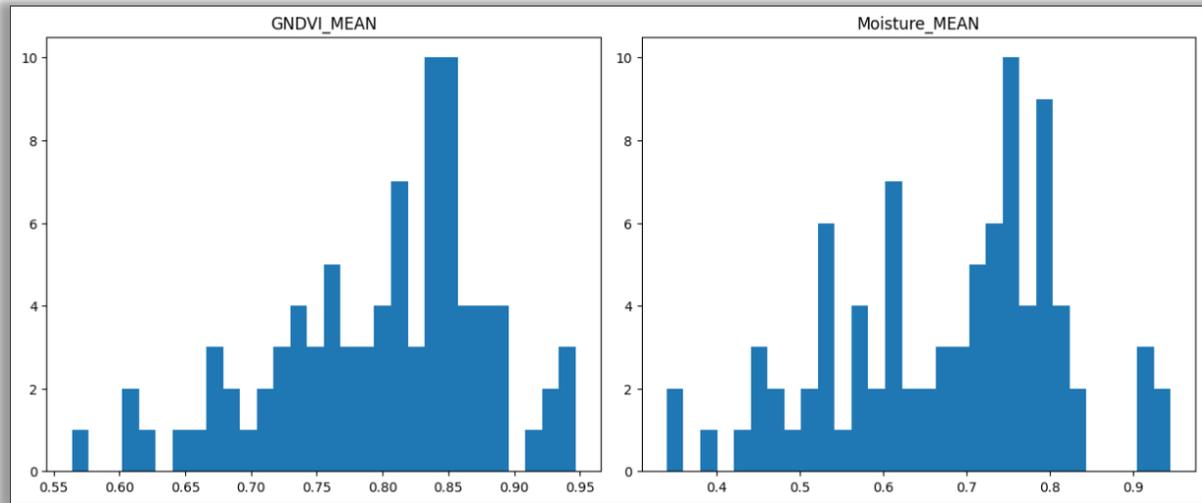


- Входной объект
- Входной растр значений

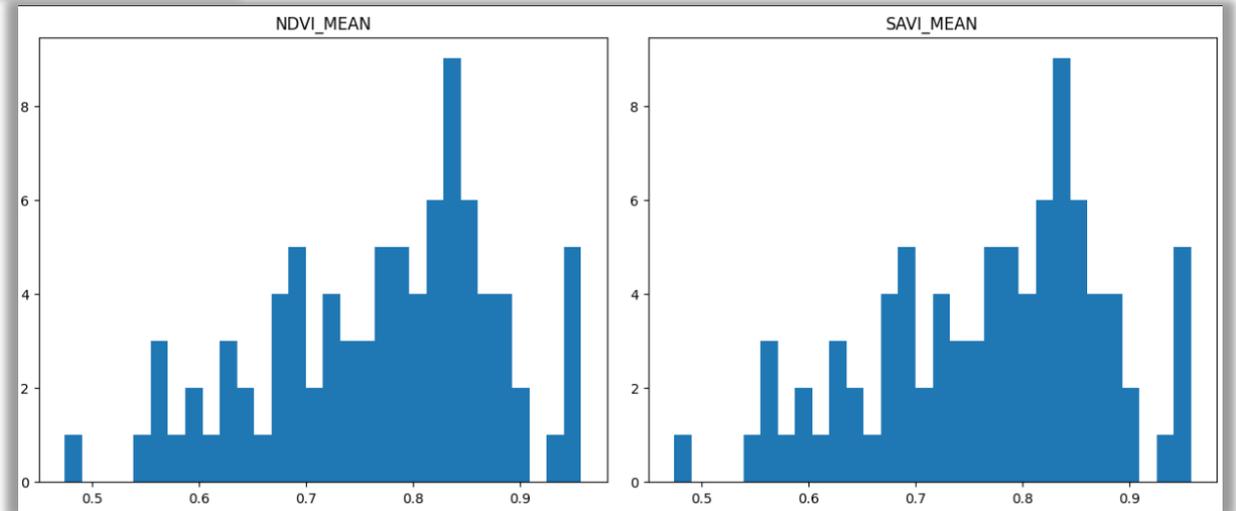
©<https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/how-zonal-statistics-works.htm>

Расчет спектральных индексов

NDVI, GNDVI, SAVI и Moisture Index



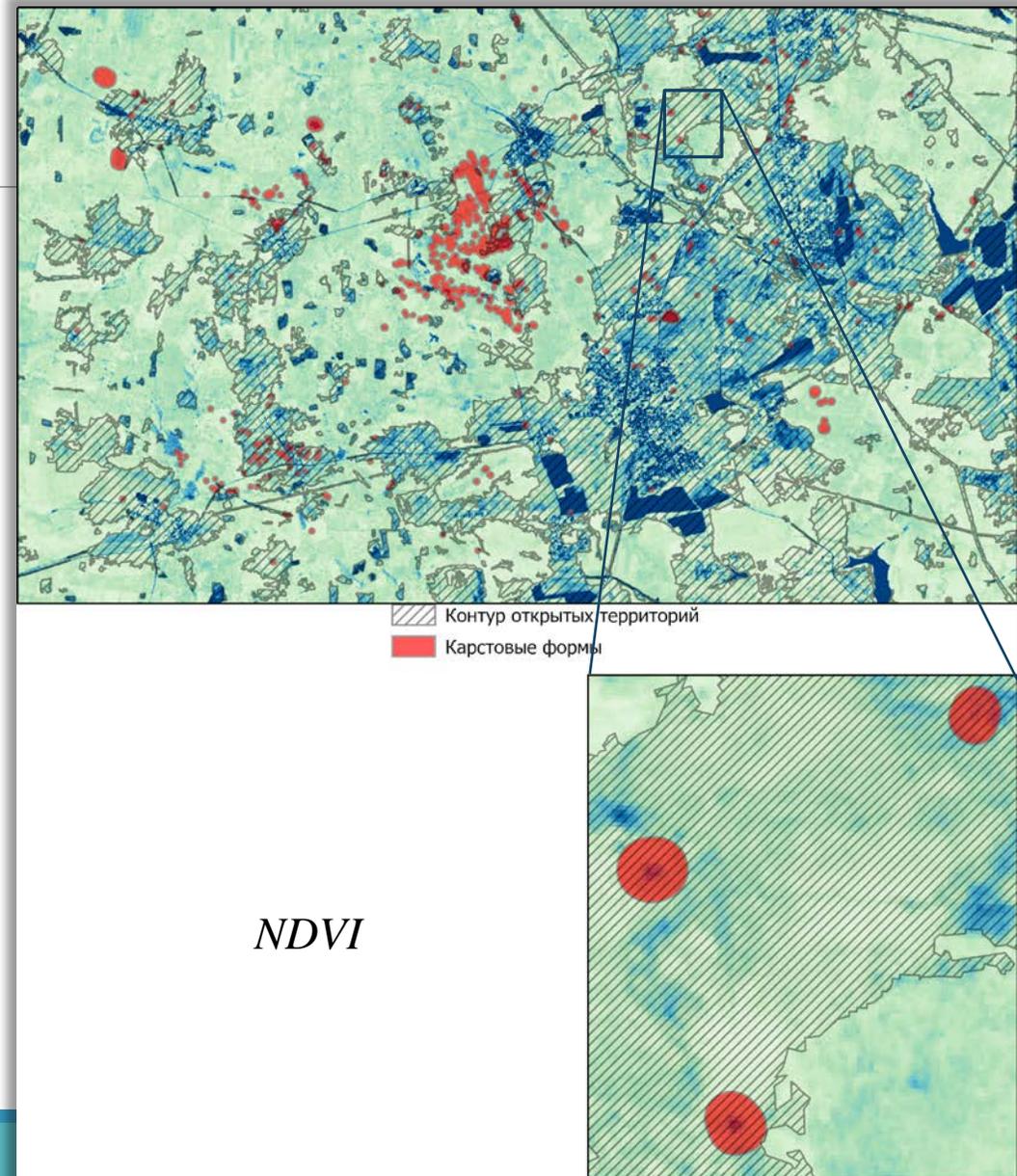
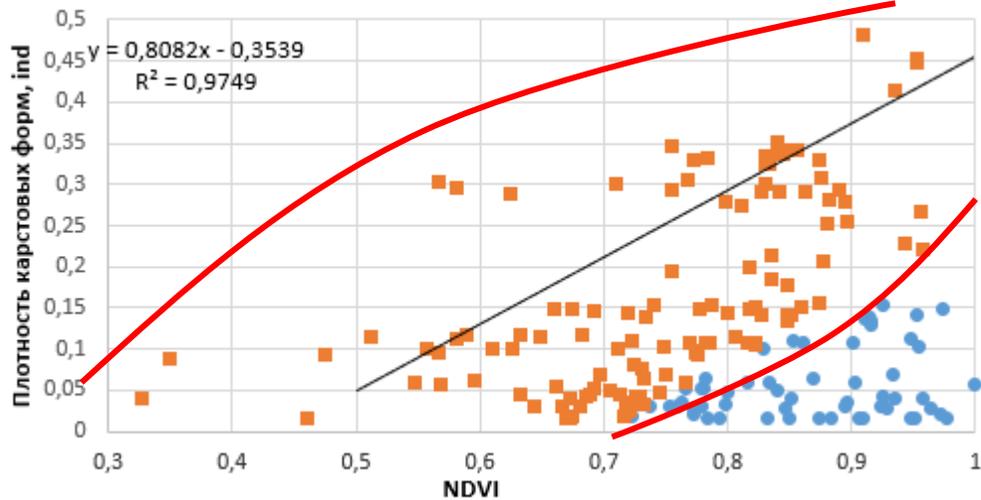
Гистограммы распределения значений анализируемых индексов в районе развития карстовых форм



Расчет спектральных индексов

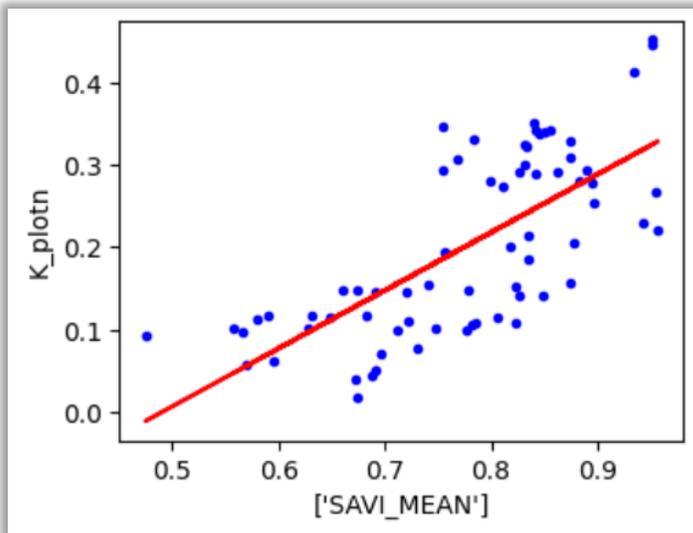
NDVI, GNDVI, SAVI и Moisture Index

Принципиальная схема сведения зависимости показателя закарстованности от индекса к линейной



Линейная множественная регрессия - в этом случае в модели X не один, а несколько (m):

$$Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3 + \dots + a_m X_m + \varepsilon$$



```
X_cols = ["GNDVI_MEAN", "Moisture_MEAN", "NDVI_MEAN", "SAVI_MEAN"]

# снова поделим выборку на обучающую и тестовую
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(
    df[X_cols], df[y_col], test_size=0.2, random_state=17
)

# снова построим модель
model = LinearRegression()
model.fit(X=X_train, y=y_train)
print(f"Коэффициенты модели: {model.coef_}, свободный член: {model.intercept_}")
```

Коэффициенты модели: [5.90135314e-01 2.97322437e-01 -6.31627157e+02 6.31522351e+02], свободный член: -0.3989130946277647

коэффициент детерминации модели $R^2 = 0,7$

Итоговая прогнозная карта открытых территорий

Карта, позволяющая зонировать территорию по степени карстовой опасности по изменению прогнозных значений выбранного параметра, характеризующего поверхностную закарстованность (плотность карстовых форм)

РЕЗУЛЬТАТ

намечены потенциальные участки распространения карстовых форм



Выводы

Поведено разделение территории по типам растительного покрова: участки лесной и луговой растительности посредством контролируемой классификации (алгоритм CART)

Проведено предварительное зонирование территории Пивоваровского карстового участка по степени карстовой опасности с использованием набора вегетационных индексов в модели множественной регрессии с целью

Апробировано применением метода множественной регрессии в отношении поиска потенциально опасных закарстованных территорий

Повышение точности прогнозной карты возможно посредством включения дополнительных факторов, в том числе категориальных признаков, в модель множественной регрессии

Спасибо за внимание!

Дробинина Елена Викторовна

Телефон: +7 (909) 727 24 63

Email: alenadrobinina@yandex.ru

https://t.me/alena_drobinina

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда
№ 24-27-00350, <https://rscf.ru/project/24-27-00350/>.