

# Применение многовременных данных дистанционного зондирования теплового инфракрасного диапазона для изучения состояния сельскохозяйственных угодий

Авторы:

Николаев Денис Сергеевич, асп. 1 г.о.

Зимин Михаил Викторович, к.г.н. в.н.с.

Организация:

МГУ им.М.В.Ломоносова,  
географический факультет, кафедра  
картографии и геоинформатики

# Введение

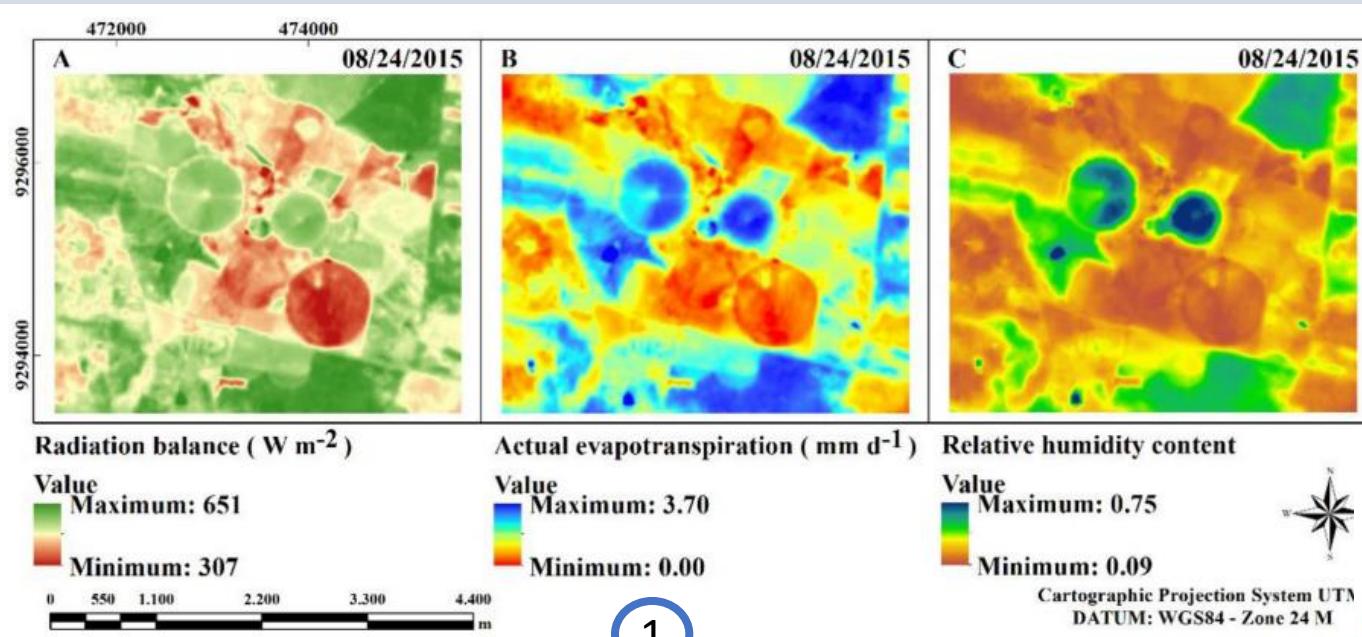
- **Целью исследования** является определение и картографирование характеристик, которые можно выделить по многовременным данным теплового инфракрасного диапазона для сельскохозяйственных угодий.
- **Объект исследования:** сельскохозяйственные угодия в различных частях России.
- **Предмет исследования:** характеристики сельскохозяйственных угодий в тепловом инфракрасном диапазоне.
- **Актуальность:** растёт потребность в введении выскоинтенсивного сельского хозяйства, для чего требуется использование большего количества данных, в том числе тепловых данных ДЗЗ. Они могут обеспечить мониторинг состояния культур.

# Теоретические основы

**Тепловые снимки** позволяют получить дополнительную информацию о свойствах объектов, в том числе растительности. Одним из актуальных направлений исследования тепловых снимков применительно к задачам сельского хозяйства является **исследование водного стресса** растений. Тепловые снимки используются как отдельно, так и в совокупности с данными оптического диапазона. Увеличение объёмов данных побуждает использовать **облачные платформы** (такие как Google Earth Engine), которые обеспечивают возможность обрабатывать за короткий срок большие ряды многолетних данных, без необходимости их локального хранения.

Распространённым в работах является использование температуры поверхности (LST) совместно с вегетационными и водными индексами (NDVI, NDWI...), а также тепловые индексы (CWSI, CTV, SDD).

# Примеры трудов по теме



1) da Silva J. L. B. et al. Spatiotemporal dynamics of agricultural areas with central pivot using orbital remote sensing in the Brazilian semiarid //Smart Agricultural Technology. – 2022. – T. 2. – C. 100052

2) Guha S., Govil H. Land surface temperature and normalized difference vegetation index relationship: a seasonal study on a tropical city //SN Applied Sciences. – 2020. – T. 2. – №. 10. – C. 1661.

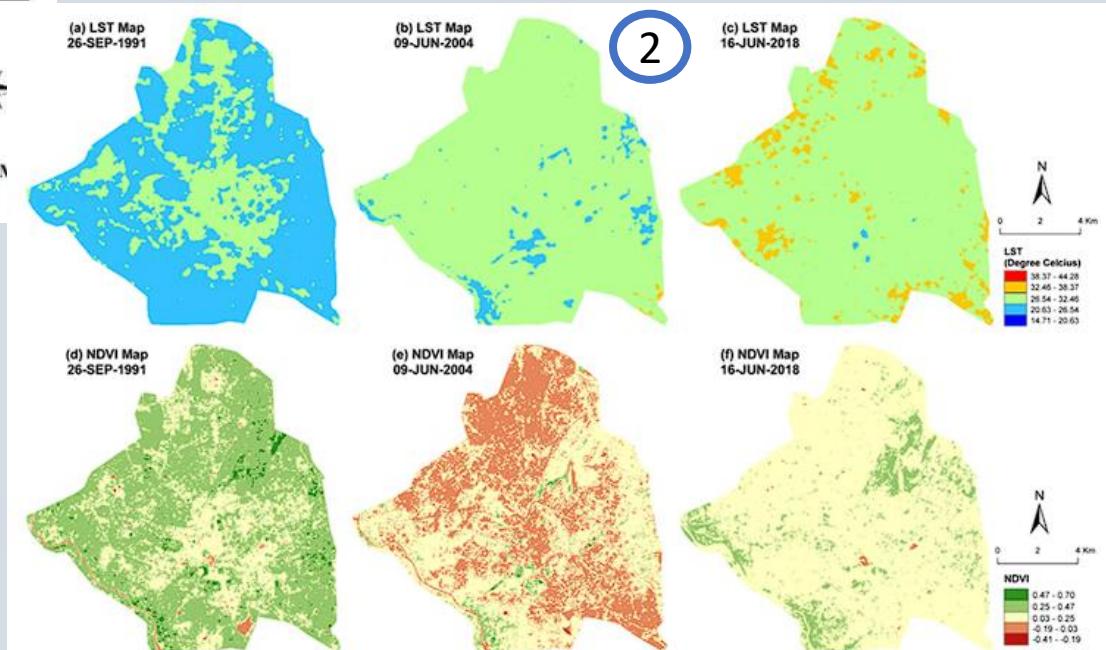
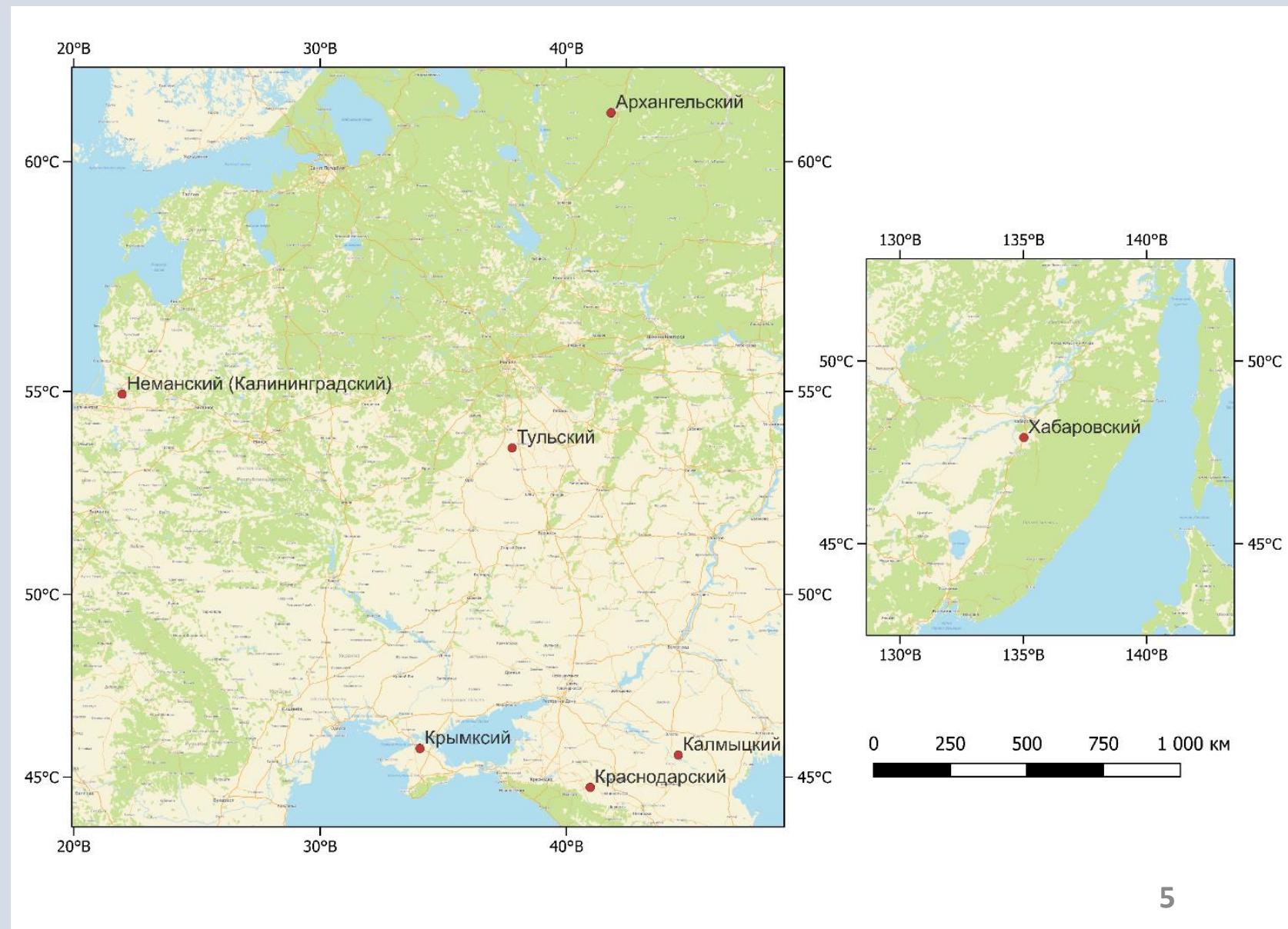


Fig. 4 Spatial distribution of LST in monsoon season: **a** 26-SEP-1991 **b** 09-JUN-2004 **c** 16-JUN-2018; spatial distribution of NDVI in monsoon season: **d** 26-SEP-1991 **e** 09-JUN-2004 **f** 16-JUN-2018

# Территория исследования

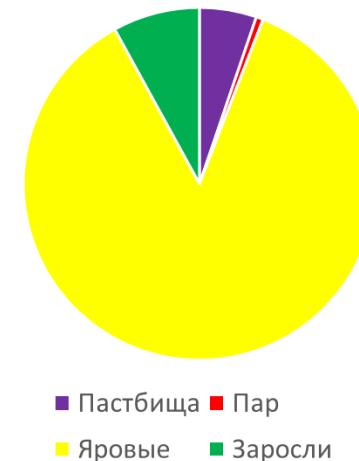
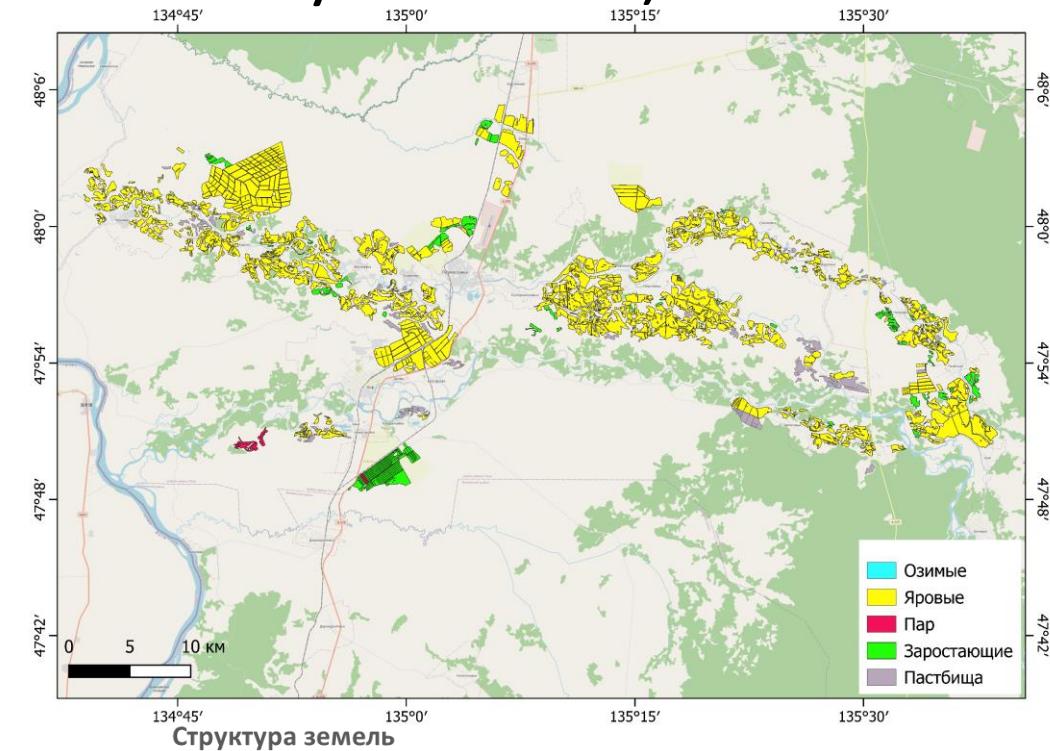
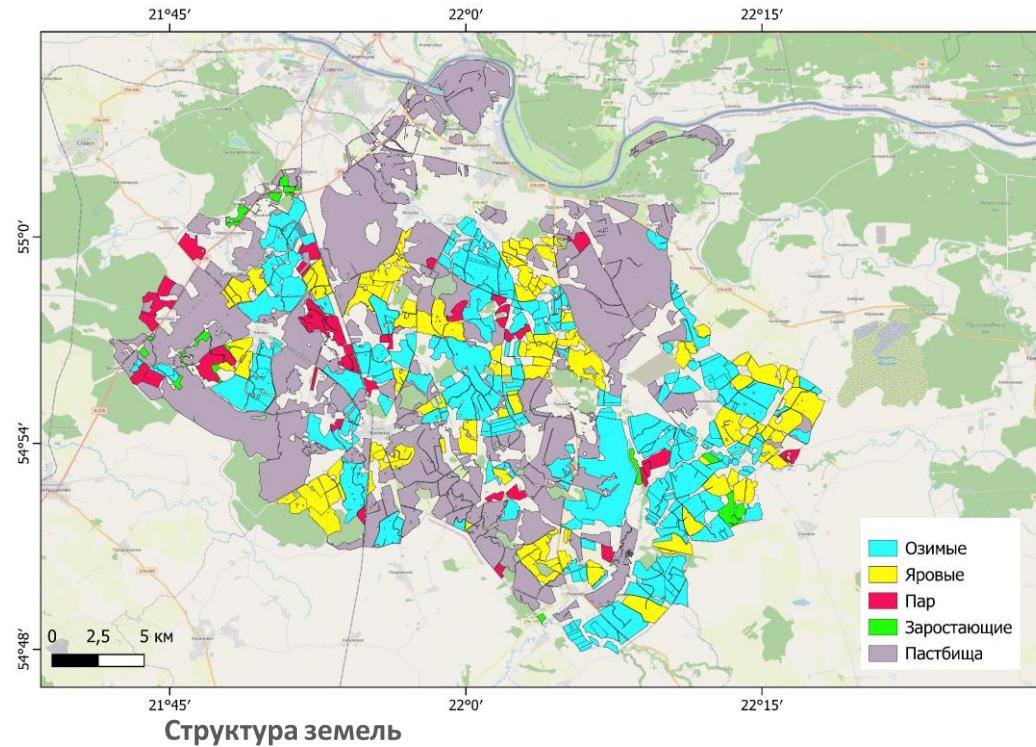
Для исследования были выбраны 7 территорий, имеющие различные агроклиматические условия. Идея в том, чтобы проанаблюдать, как индексы проявляют соотношение между собой в разное время года в различных условиях.



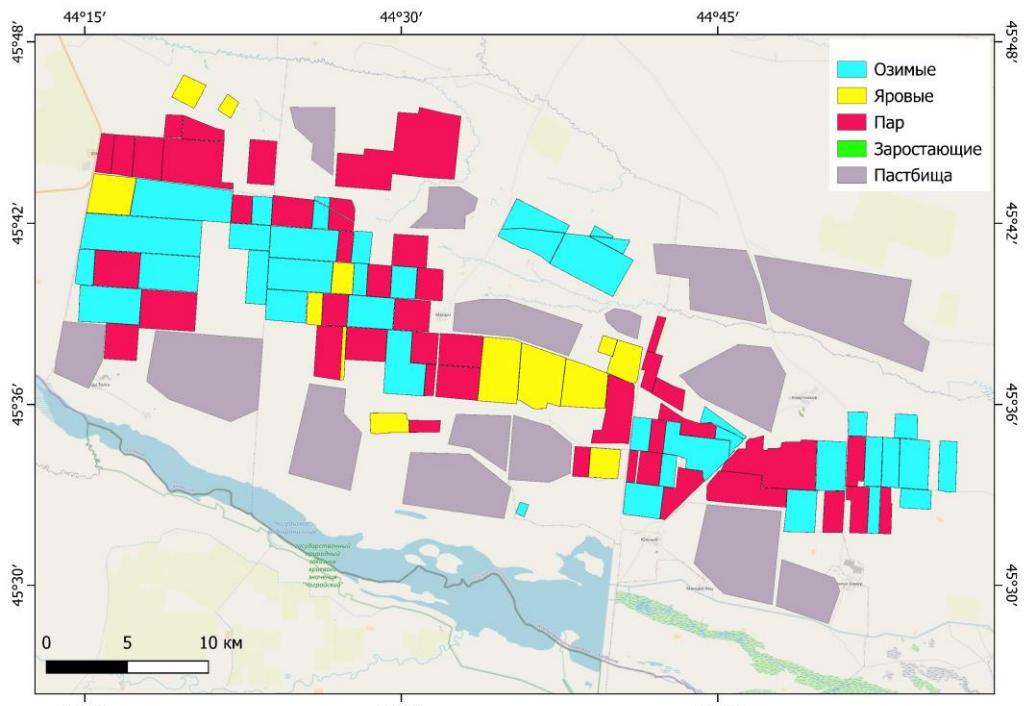
# Исходные данные

- Для территорий в Калининградской области и Хабаровском крае — по данным ЕФИС ЗСН. Для остальных территорий производилась ручная выборка и классификация на основе спутниковых снимков Sentinel-2.
- Данные для моделирования хода температур и индексов извлекались из снимков программы Landsat с помощью сценария на Google Earth Engine.
- Использовались снимки с начала 2020 по конец 2024 года, с облачностью менее 10%, с фильтрацией пикселей.

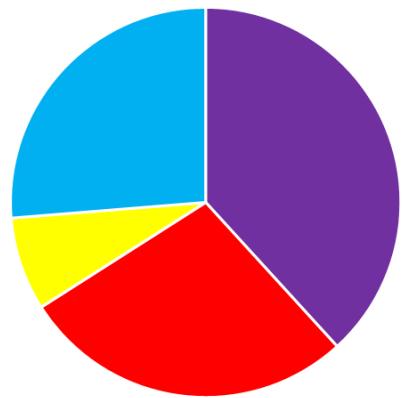
# Виды с.х. угодий по данным ЕФИС ЗСН (Калининградский и Хабаровский участки)



# Виды с.х. угодий на основе экспертного выделения (Калмыцкий и Краснодарский участки)

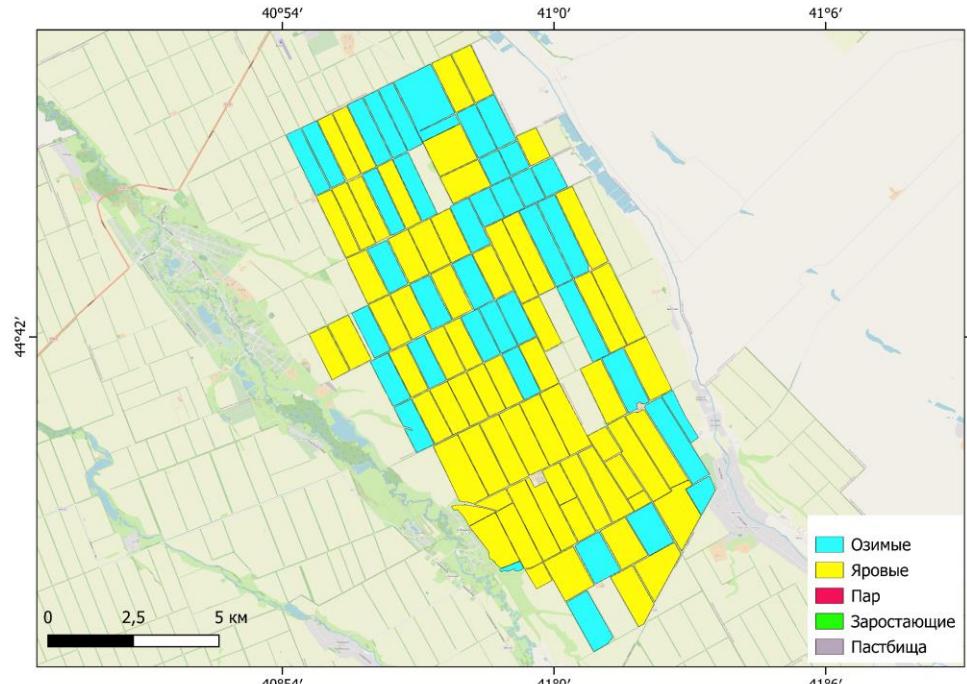


Структура земель

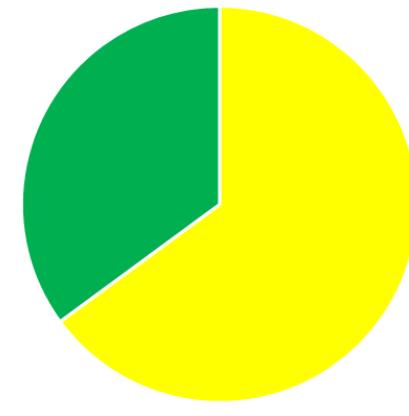


Всего: 66123,53 га

■ Пастбища ■ Пар ■ Яровые ■ Озимые



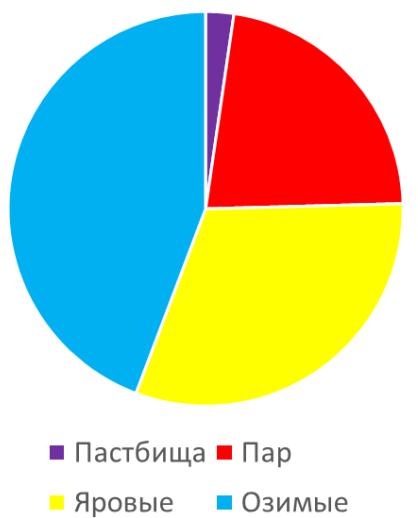
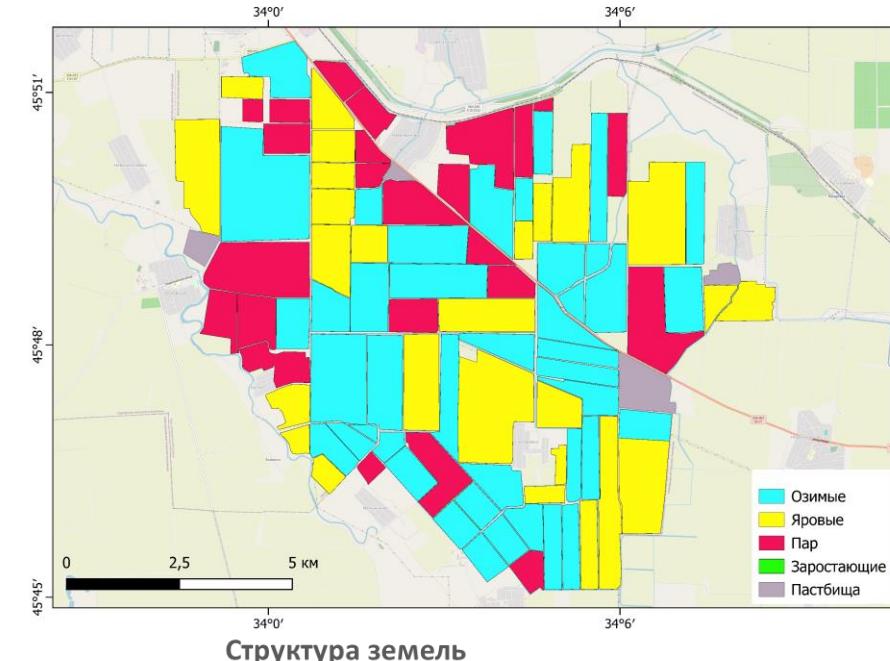
Структура земель



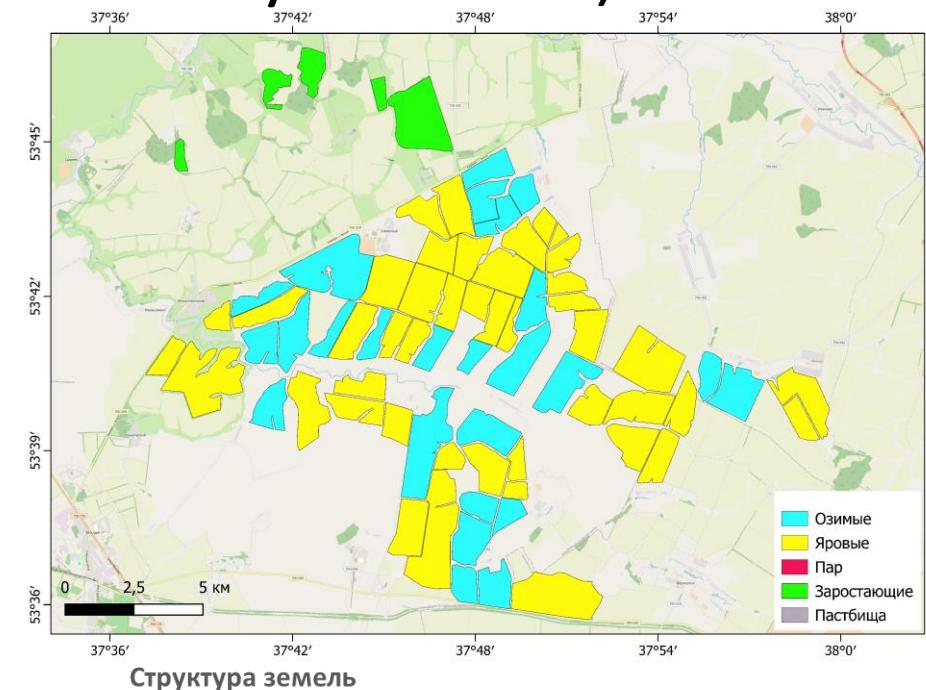
Всего 9957,63 га

■ Яровые ■ Озимые

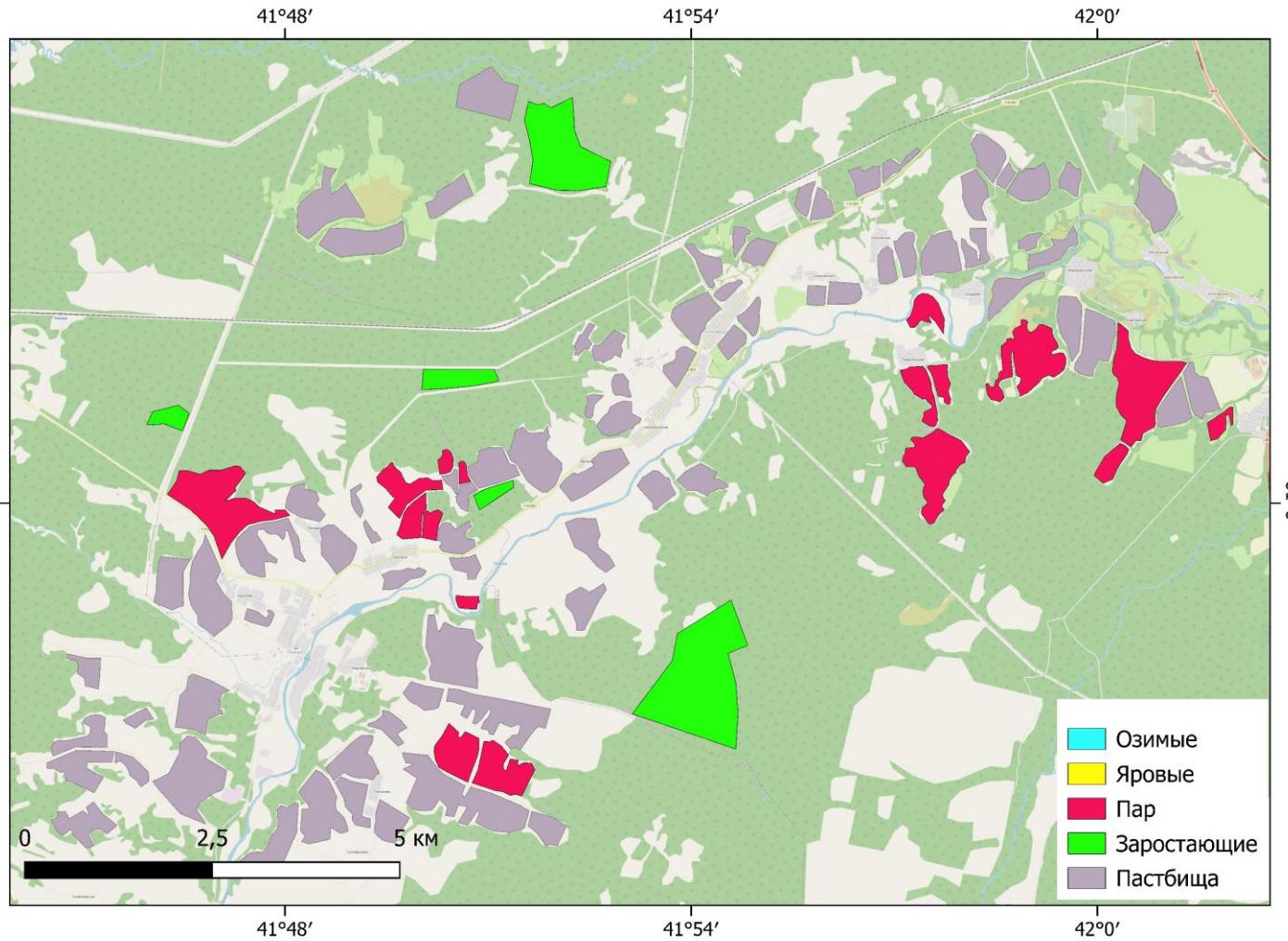
# Виды с.х. угодий на основе экспертного выделения (Крымский и Тульский участки)



Всего 8657,23 га

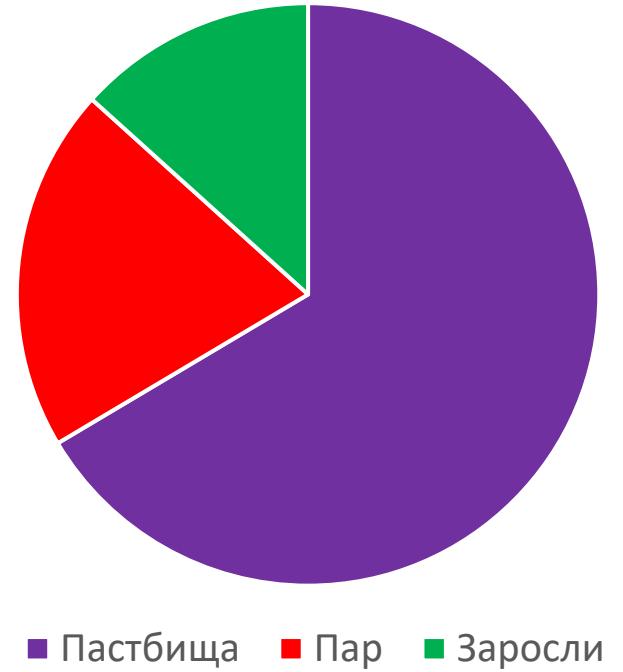


# Виды с.х. угодий на основе экспертного выделения (Архангельский участок)



Всего: 2210,6 га

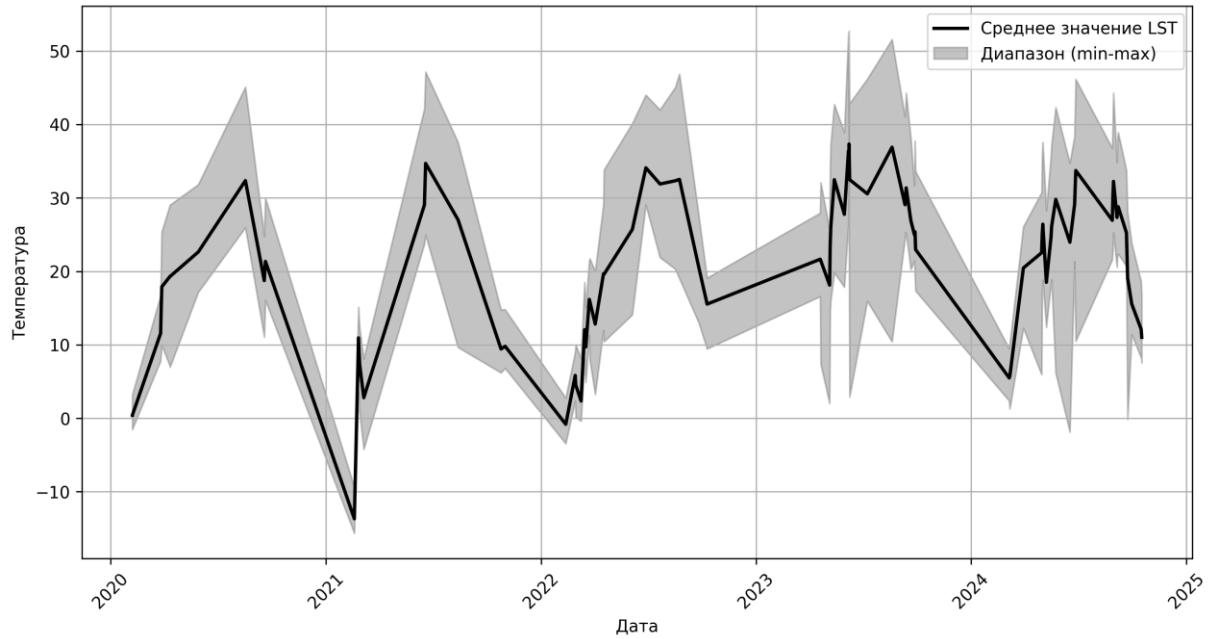
Структура земель



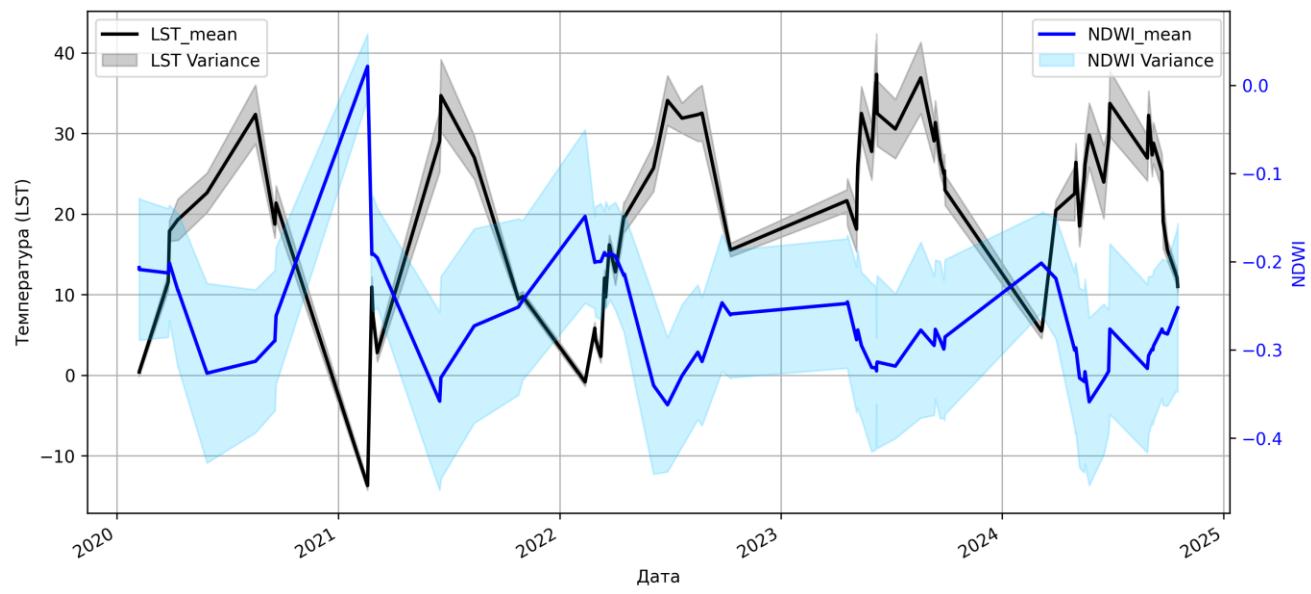
# Методика

- Для выбранных территорий выделяются основные виды угодий: яровые, озимые, пар, заросли, пастбища
- На основе облачной платформы Google Earth Engine формируются мультивременные наборы данных, на основе которых рассчитываются различные виды индексов
- Для оценки статистических показателей в пределах отдельных полей и видов угодий рассчитывается зональная статистика
- Расчёт зависимостей между различными количественными и индексными показателями
- Анализ полученных закономерностей

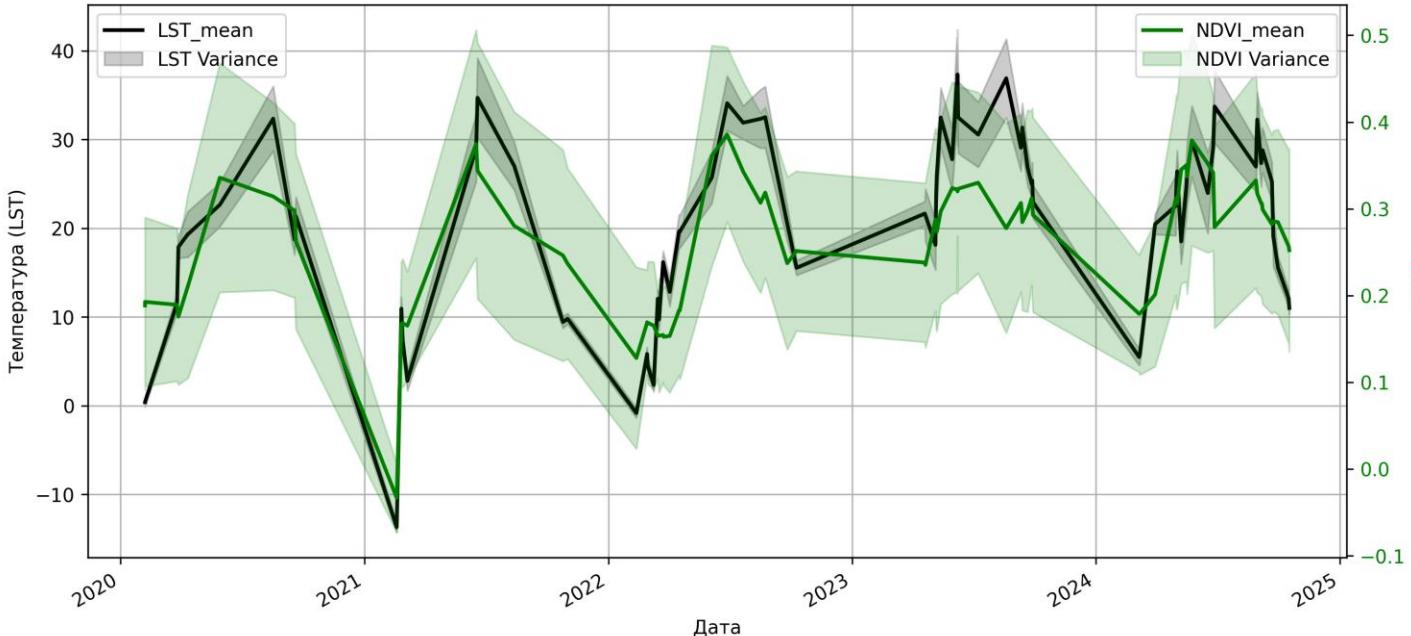
Изменение LST (Неманский.xlsx)



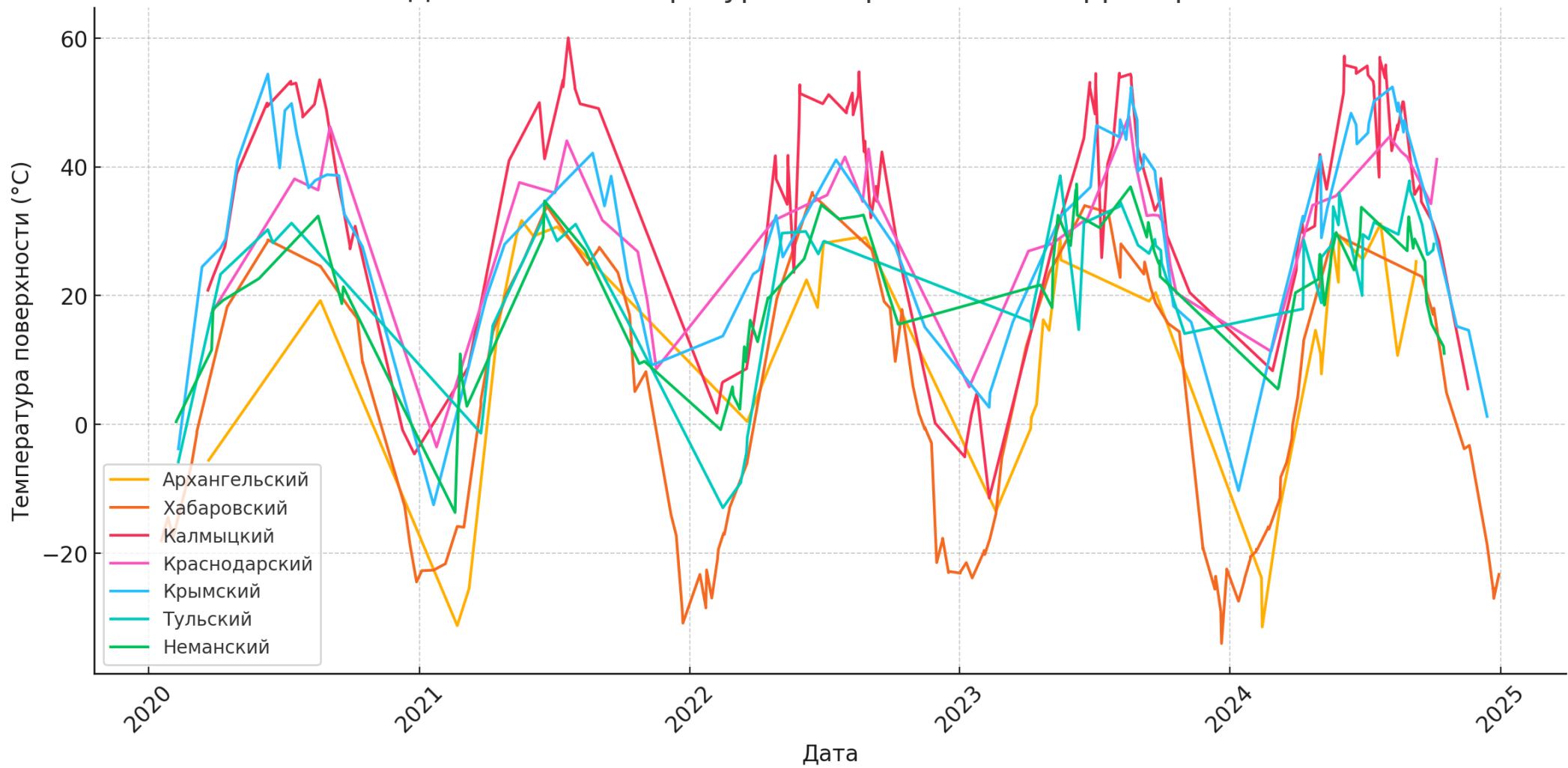
Изменение LST и NDWI (Неманский.xlsx)



Изменение LST и NDVI (Неманский.xlsx)



## Динамика температуры поверхности по территориям



Архангельский	LST/NDVI	LST/NDWI	NDVI/NDWI
Луга/пастбища	0,89	-0,92	-1,00
Пар	0,85	-0,90	-0,99
Зарастание	0,87	-0,92	-0,99
В целом	0,88	-0,91	-1,00

Краснодарский	LST/NDVI	LST/NDWI	NDVI/NDWI
Яровые	0,47	-0,51	-0,99
Озимые	-0,61	0,59	-1,00
В общем	0,26	-0,32	-1,00

Хабаровский	LST/NDVI	LST/NDWI	NDVI/NDWI
Яровые	0,86	-0,88	-0,99
Луга/пастбища	0,78	-0,75	-0,99
Пар	0,81	-0,66	-0,96
Зарастание	0,82	-0,79	-0,99
В общем	0,85	-0,86	-0,99

Крымский	LST/NDVI	LST/NDWI	NDVI/NDWI
Яровые	0,51	-0,70	-0,96
Луга/пастбища	0,11	-0,42	-0,94
Озимые	-0,35	0,18	-0,98
Пар	0,52	-0,70	-0,96
В общем	0,21	-0,51	-0,93

Калмыцкий	LST/NDVI	LST/NDWI	NDVI/NDWI
Яровые	-0,09	-0,22	-0,93
Луга/пастбище	-0,56	0,43	-0,98
Озимые	-0,29	0,03	-0,95
Пар	-0,06	-0,48	-0,78
В общем	-0,36	0,08	-0,95

Калининградс кий	LST/NDVI	LST/NDWI	NDVI/NDWI
Яровые	0,61	-0,62	-1,00
Пар	0,18	-0,19	-1,00
Озимые	0,34	-0,33	-1,00
Пастбища	0,80	-0,79	-1,00
В общем	0,67	-0,67	-1,00

Тульский	LST/NDVI	LST/NDWI	NDVI/NDWI
Яровые	-0,22	0,19	-0,98
Озимые	-0,45	0,41	-1,00
Зарастание	0,20	-0,22	-0,99
В общем	-0,10	0,03	-0,99

Значения связи  
температуры,  
вегетационного и  
водного индекса за  
2024 год

# Выводы

- Разница между разными типами угодий наблюдается не в полной мере, но некоторые отличия есть.
- В регионах с интенсивным сельским хозяйством, появляется некоторая разница между корреляциями озимых и яровых, озимые имеют склонность к отрицательным значениям, а яровые к положительным или близки к нулю. В регионах с коротким вегетационным периодом величины корреляции не отражают разницу в типах угодий.
- Связь LST и NDVI в целом положительна, связь между LST и NDWI в целом отрицательная. Величина связи по модулю у LST/NDWI больше чем у LST/NDVI.
- Соотношение между NDVI и NDWI почти обратно пропорционально

# Спасибо за внимание!

- Николаев Денис Сергеевич, аспирант 1 г.о.,  
[NikolaevDS@my.msu.ru](mailto:NikolaevDS@my.msu.ru)
- Зимин Михаил Викторович, к.г.н., в.н.с., зав.лаб.  
[ziminmv@mail.ru](mailto:ziminmv@mail.ru)