

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

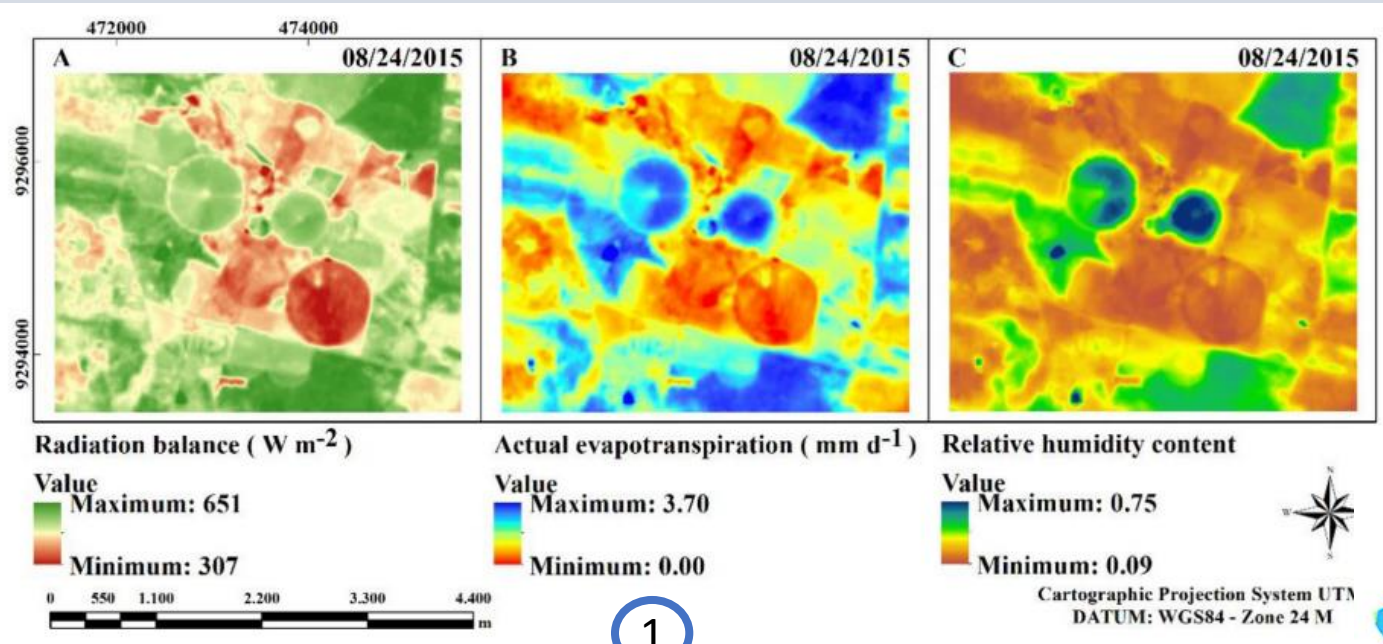
- **Целью исследования** является определение и картографирование характеристик, которые можно выделить по многовременным данным теплового инфракрасного диапазона для сельскохозяйственных угодий.
- **Объект исследования:** сельскохозяйственные угодия в различных частях России.
- **Предмет исследования:** характеристики сельскохозяйственных угодий в тепловом инфракрасном диапазоне.
- **Актуальность:** растёт потребность в введении высокointенсивного 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.

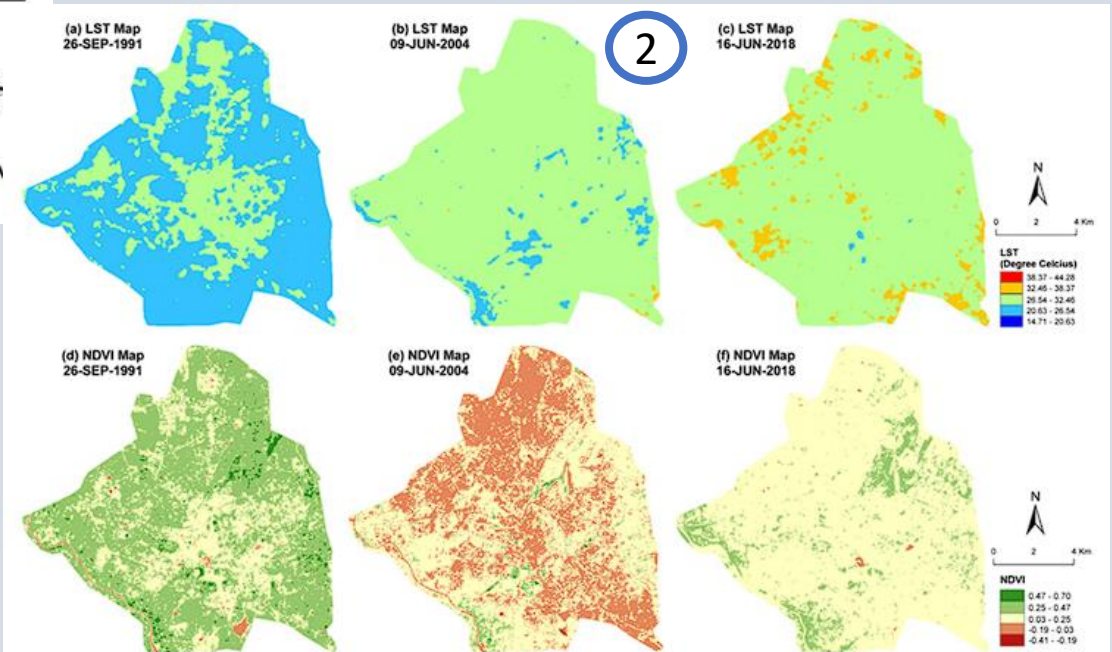
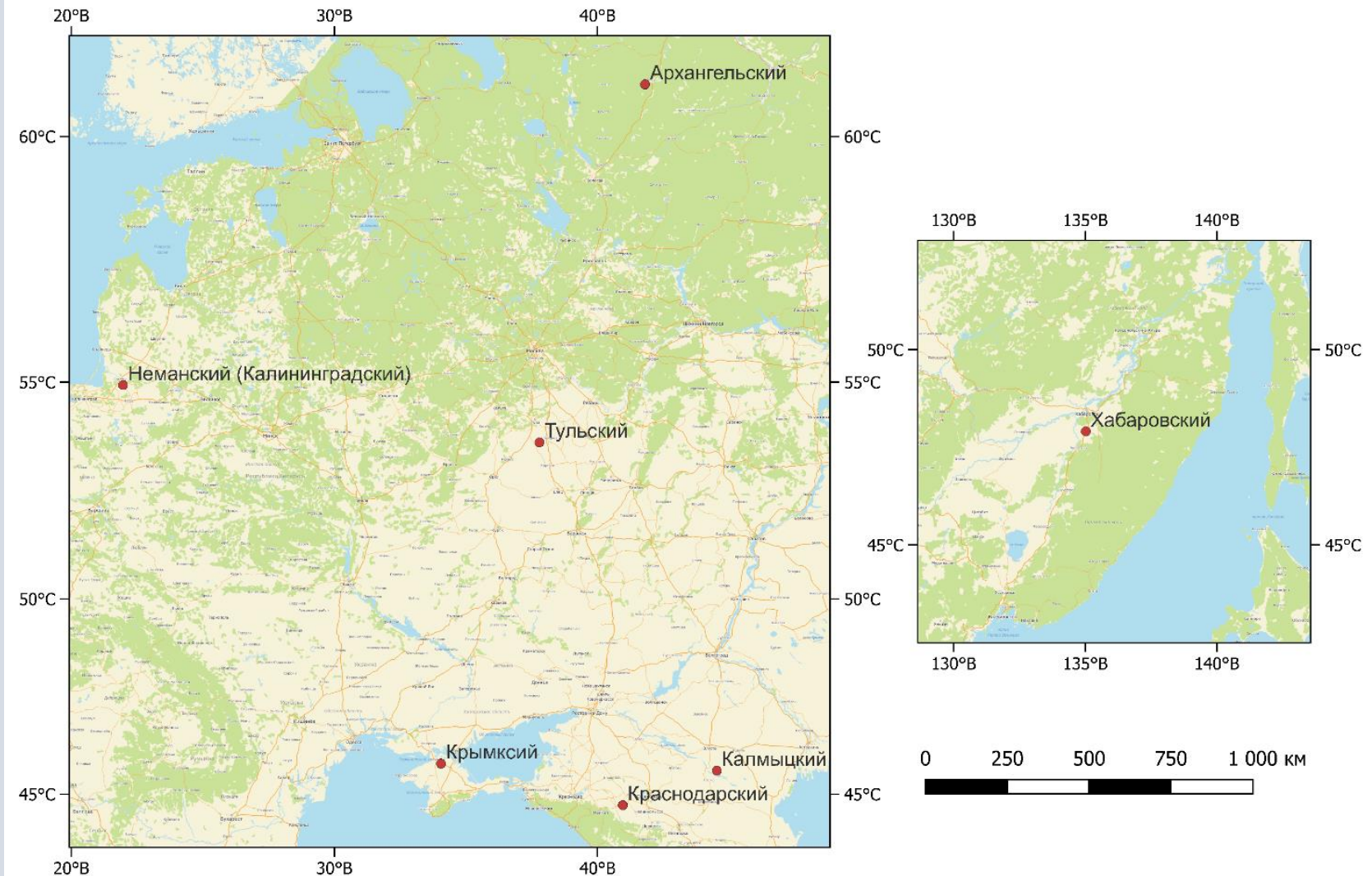


Fig.4 Spatial distribution of LST in monsoon season: a 26-SEP-1991 b 09-JUN-2004 c 16-JUN-2018; spatial distribution of NDVI in monsoon season: d 26-SEP-1991 e 09-JUN-2004 f 16-JUN-2018

Территория исследования

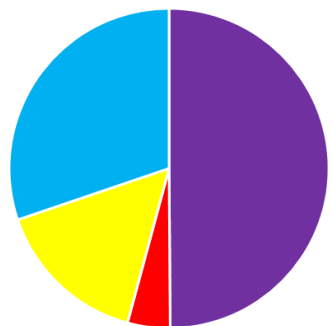
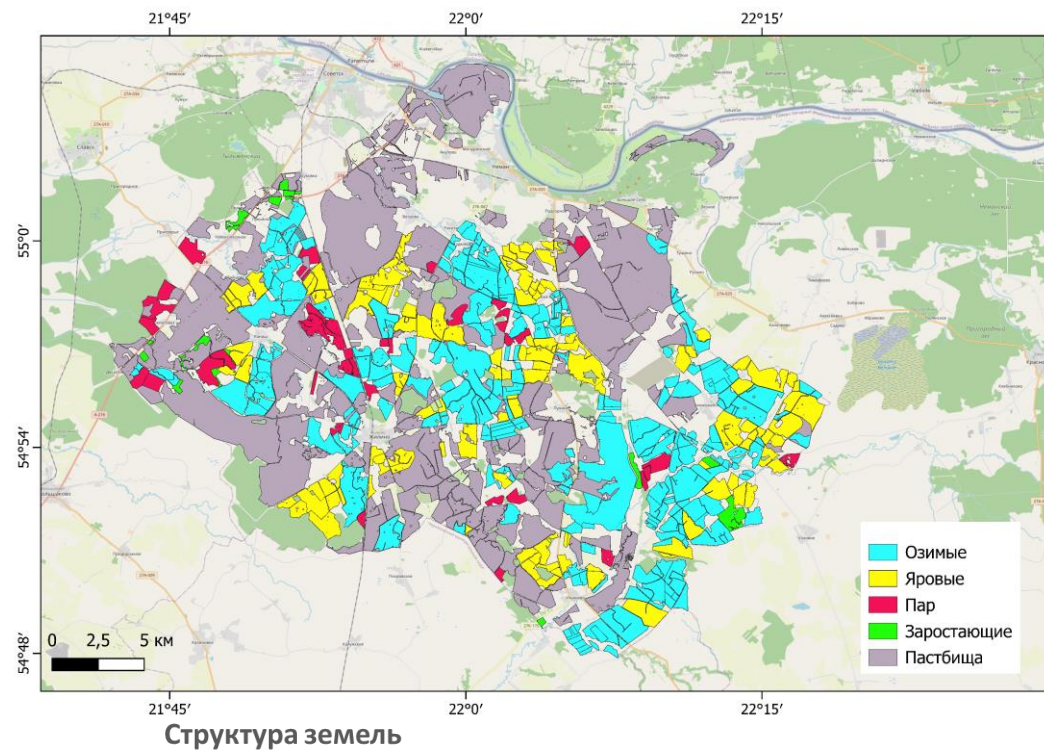
Для исследования были выбраны 7 территорий, имеющие различные агроклиматические условия. Идея в том, чтобы пронаблюдать, как индексы проявляют соотношение между собой в разное время года в различных условиях.



Исходные данные

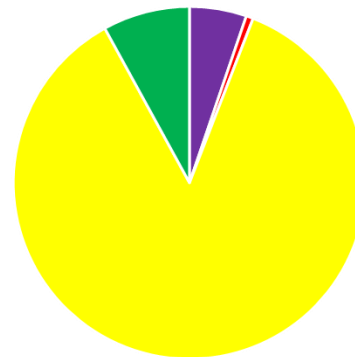
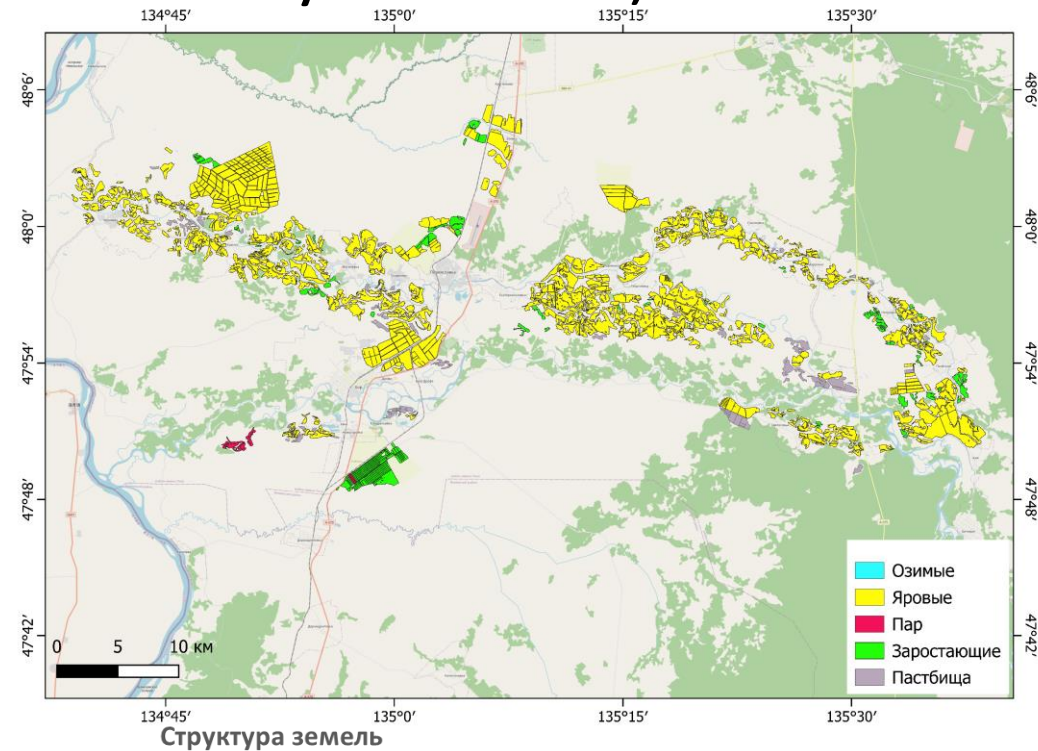
- Для территорий в Калининградской области и Хабаровском крае — по данным ЕФИС ЗСН. Для остальных территорий производилась ручная выборка и классификация на основе спутниковых снимков Sentinel-2.
- Данные для моделирования хода температур и индексов извлекались из снимков программы Landsat с помощью 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)



Всего: 43421,06 га

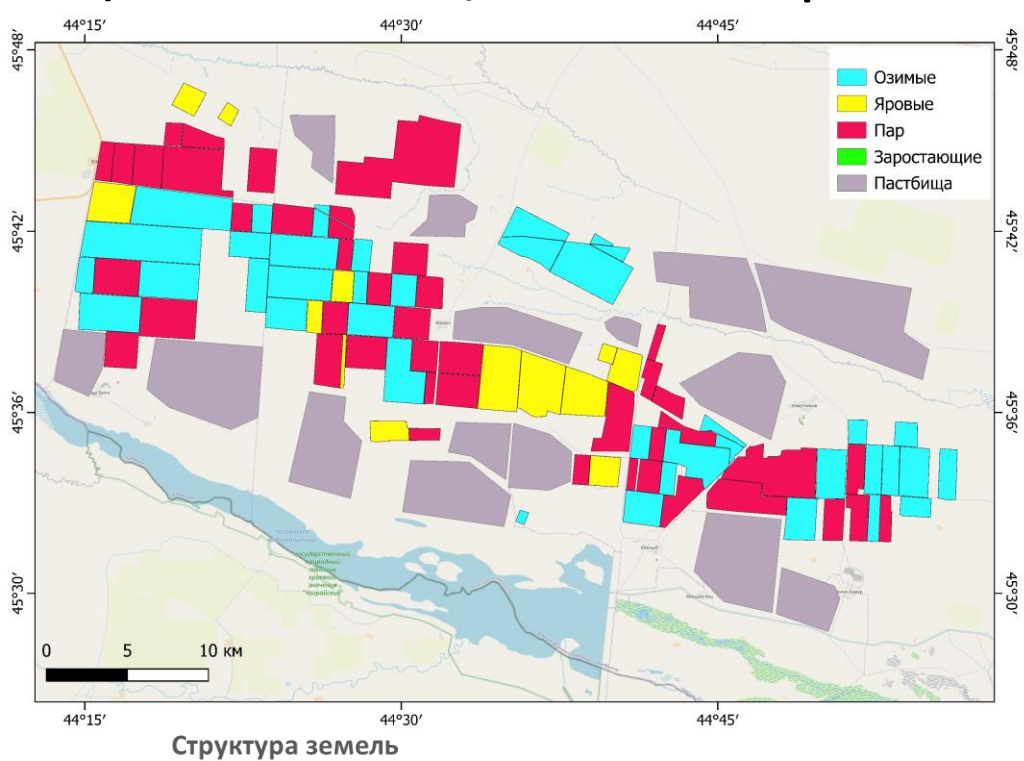
■ Пастбища ■ Пар
■ Яровые ■ Озимые



Всего: 23740,06 га

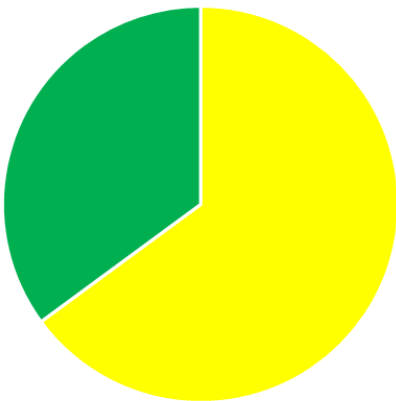
■ Пастбища ■ Пар
■ Яровые ■ Заросли

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



Всего: 66123,53 га

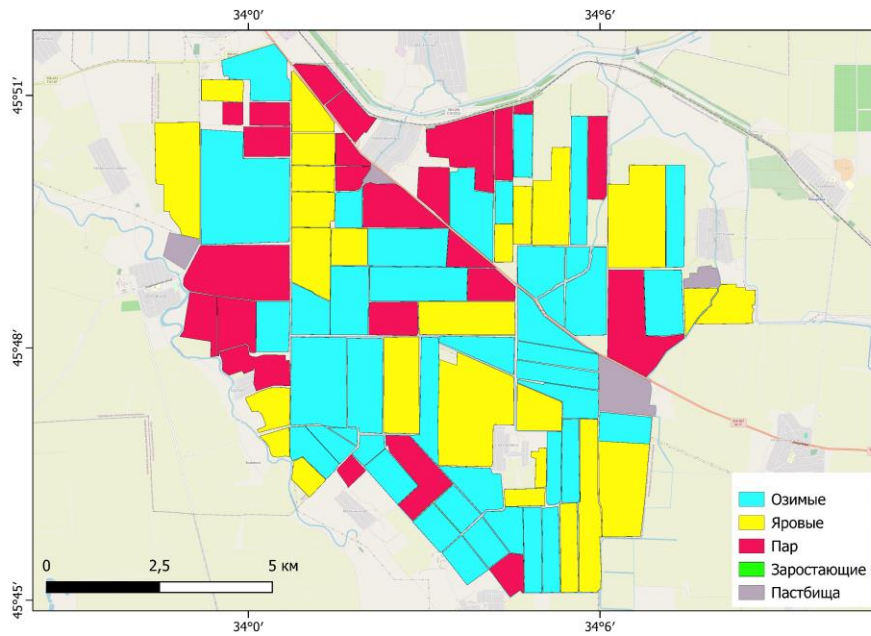
Пастбища Пар Яровые Озимые



Всего 9957,63 га

Яровые Озимые

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

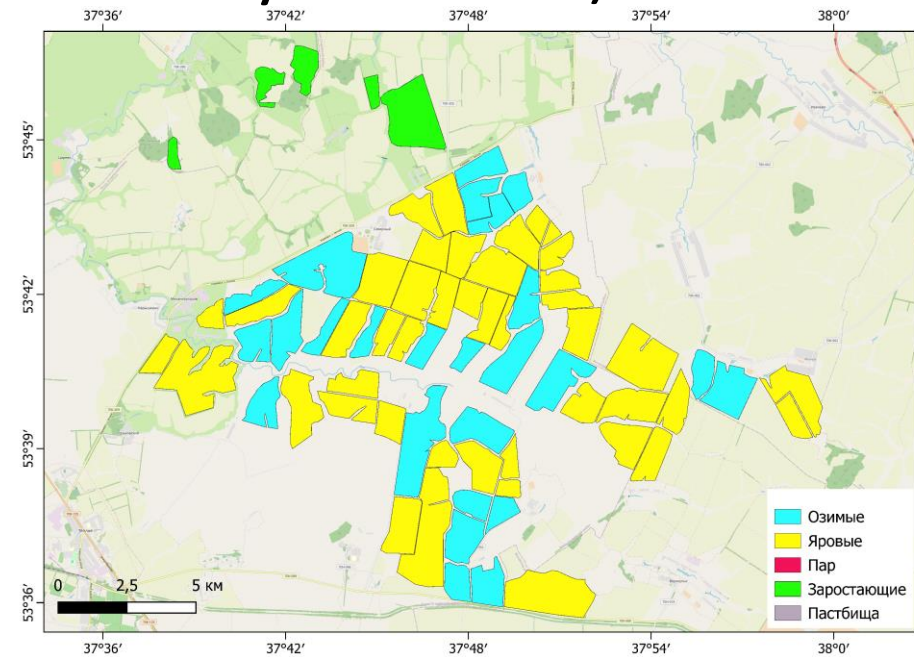


Структура земель

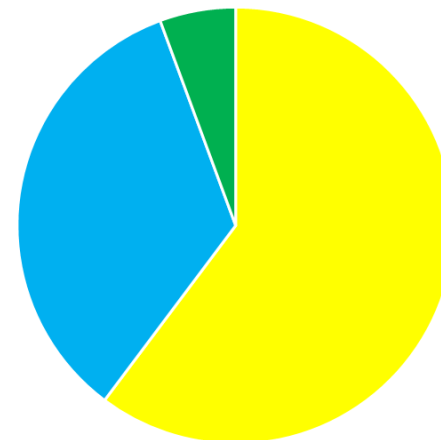


Всего 8657,23 га

Пастбища Пар
Яровые Озимые



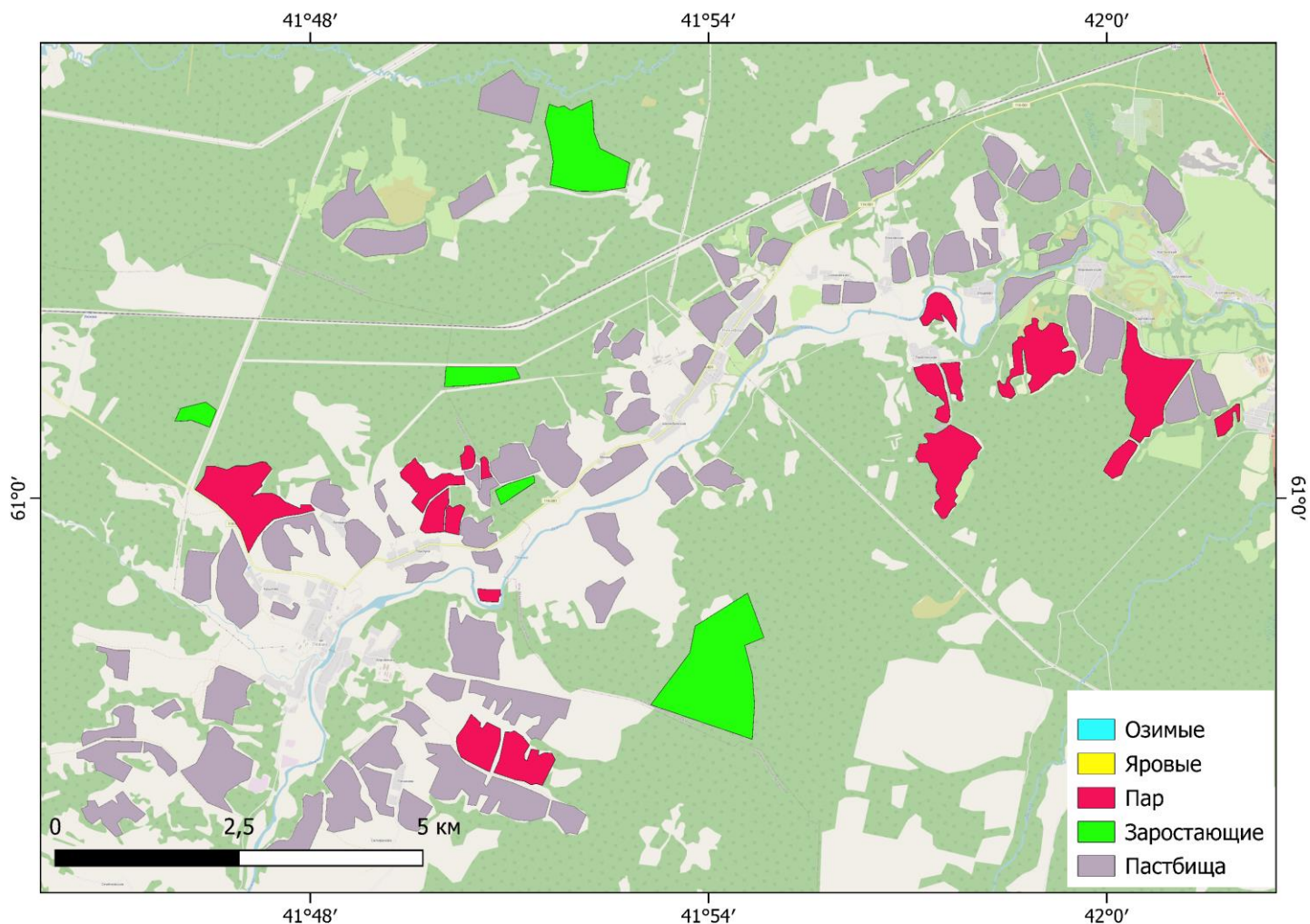
Структура земель



Всего 12323,54 га

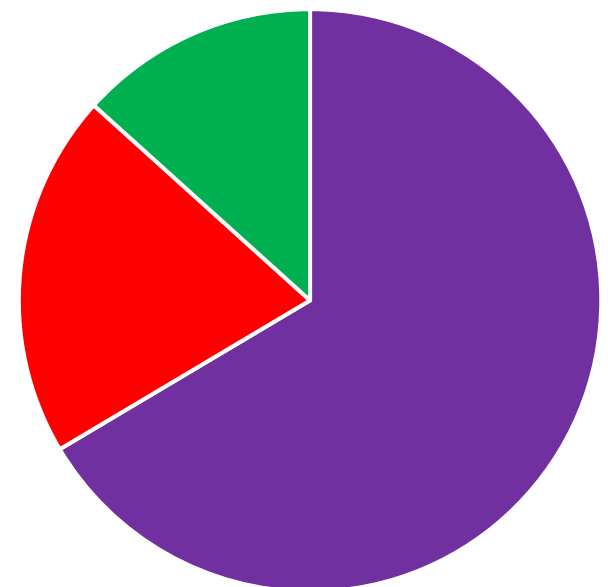
Яровые Озимые Заросли

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



Всего: 2210,6 га

Структура земель

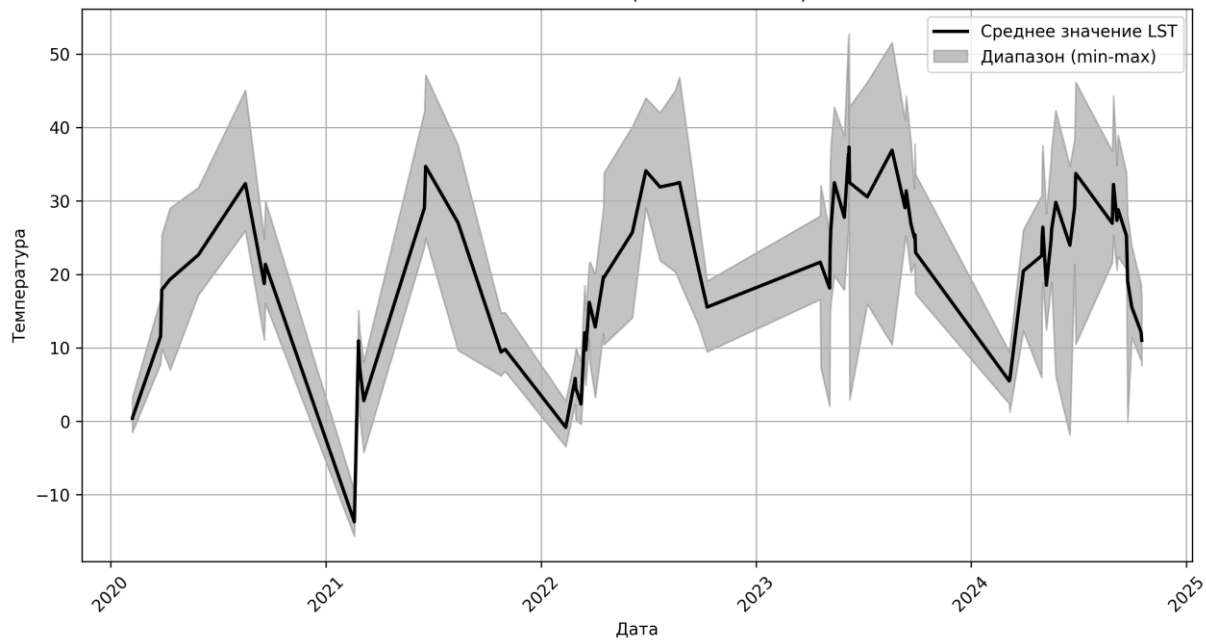


■ Пастбища ■ Пар ■ Заросли

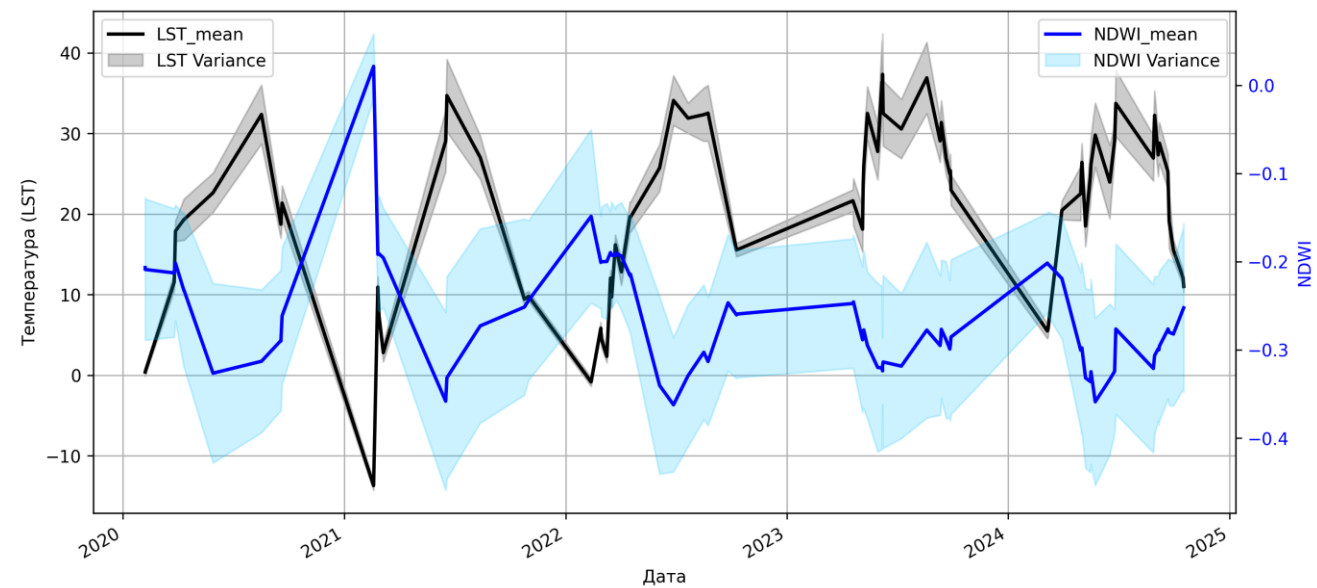
Методика

- Для выбранных территорий выделяются основные виды угодий: яровые, озимые, пар, заросли, пастбища
- На основе облачной платформы Google Earth Engine формируются мультитременные 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

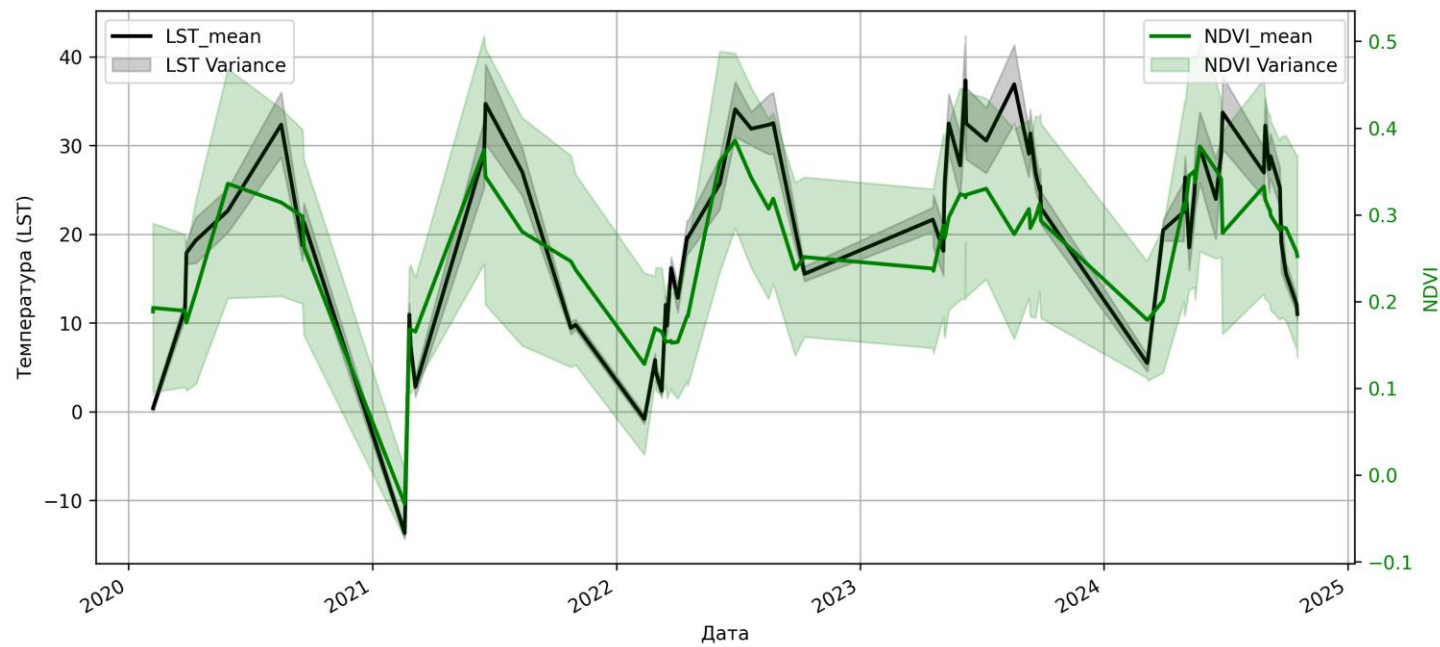
Изменение LST (Неманский.xlsx)



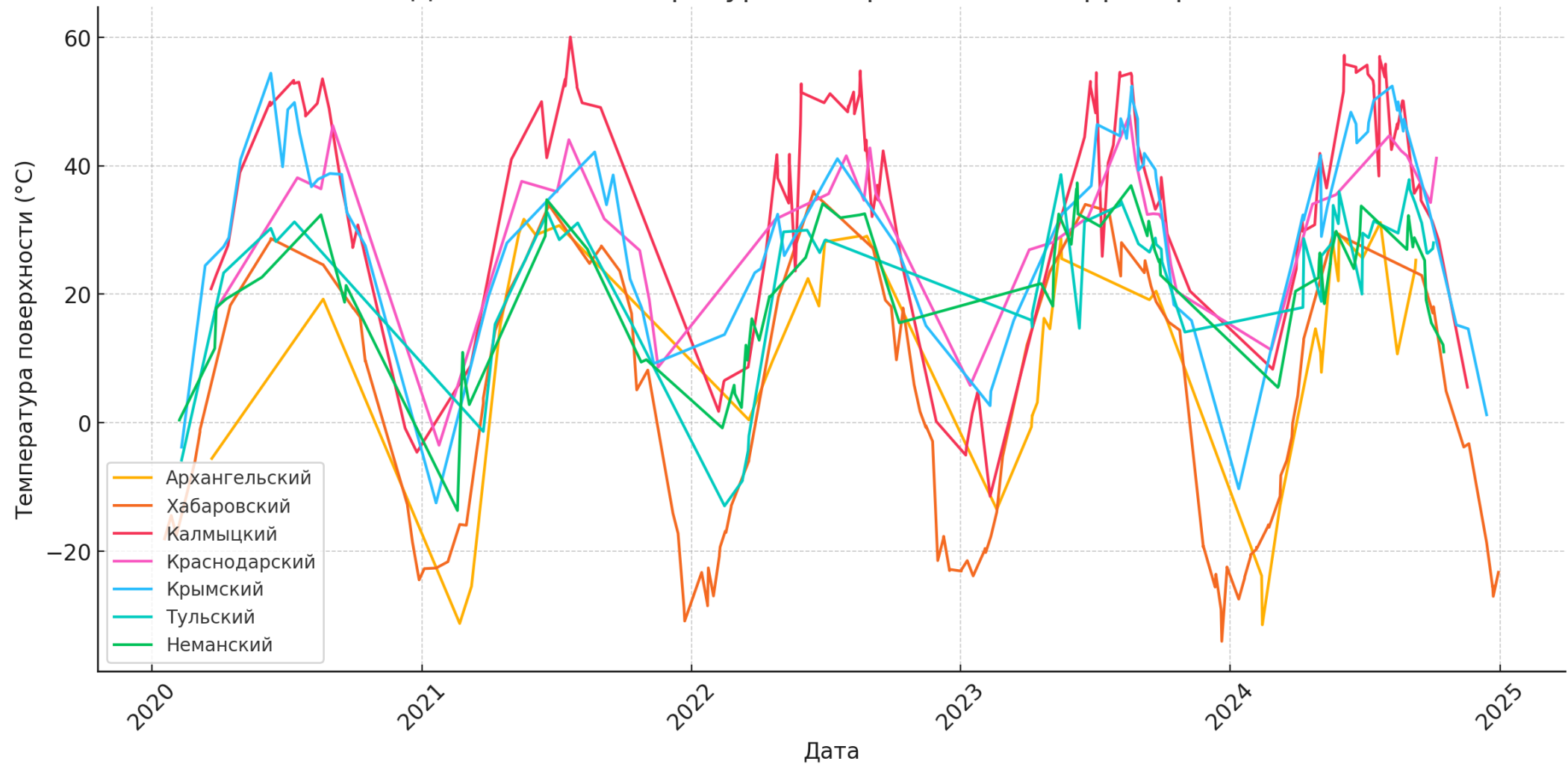
Изменение LST и NDVI (Неманский.xlsx)



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
Заращение	0,87	-0,92	-0,99
В целом	0,88	-0,91	-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
Заращение	0,82	-0,79	-0,99
В общем	0,85	-0,86	-0,99

Калмыцкий	LST/NDVI	LST/NDWI	NDVI/NDWI
Яровые	-0,09	-0,22	-0,93
Луга/пастбища	-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

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

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

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

Калининградский	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

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
- Зимин Михаил Викторович, к.г.н., в.н.с., зав.лаб.
ziminmv@mail.ru