

Подспутниковые полигоны эшелонированного мониторинга для анализа структуры и динамики фитоэкосистем (на примере территории водосбора реки Луга)

**А.В. Мощенко (1), Д.А. Кочин (2), К.Э. Саенкова(1),
Н.В. Кобелева (1), Е.Ф. Чичкова (2),**

**(1) РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург,
Российская Федерация**

**(2) Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения, Санкт-Петербург,
Российская Федерация**

Девятнадцатая международная конференция «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА (Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов)», 15-19 ноября 2021 года, Москва, ИКИ РАН

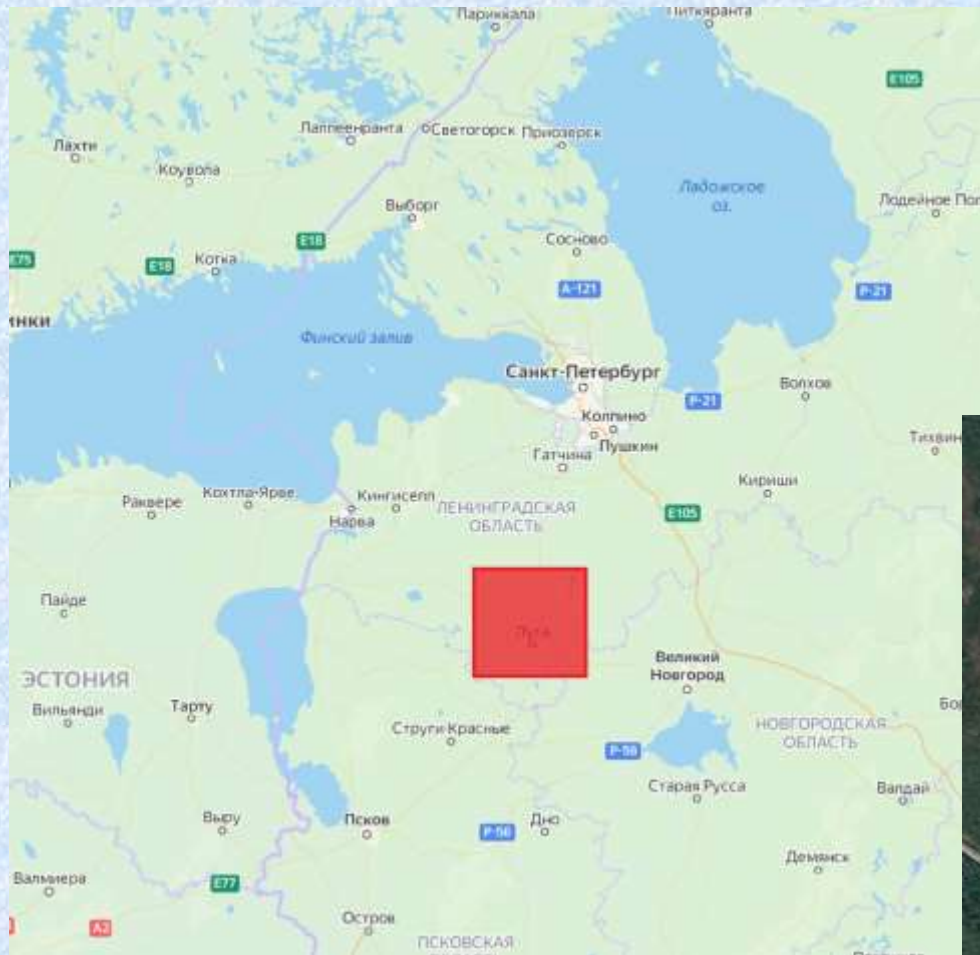
Цели и задачи исследования

Цель исследования. Разработать подходы получения разного уровня данных (на основе спутниковых систем и подспутниковых полигонов) с выявлением структуры и динамики фитоэкосистем, оценки степени существующей антропогенной нагрузки на них по данным подспутниковых полигонов для целей инвентаризации больших территорий, на которых планируется увеличение антропогенной нагрузки.

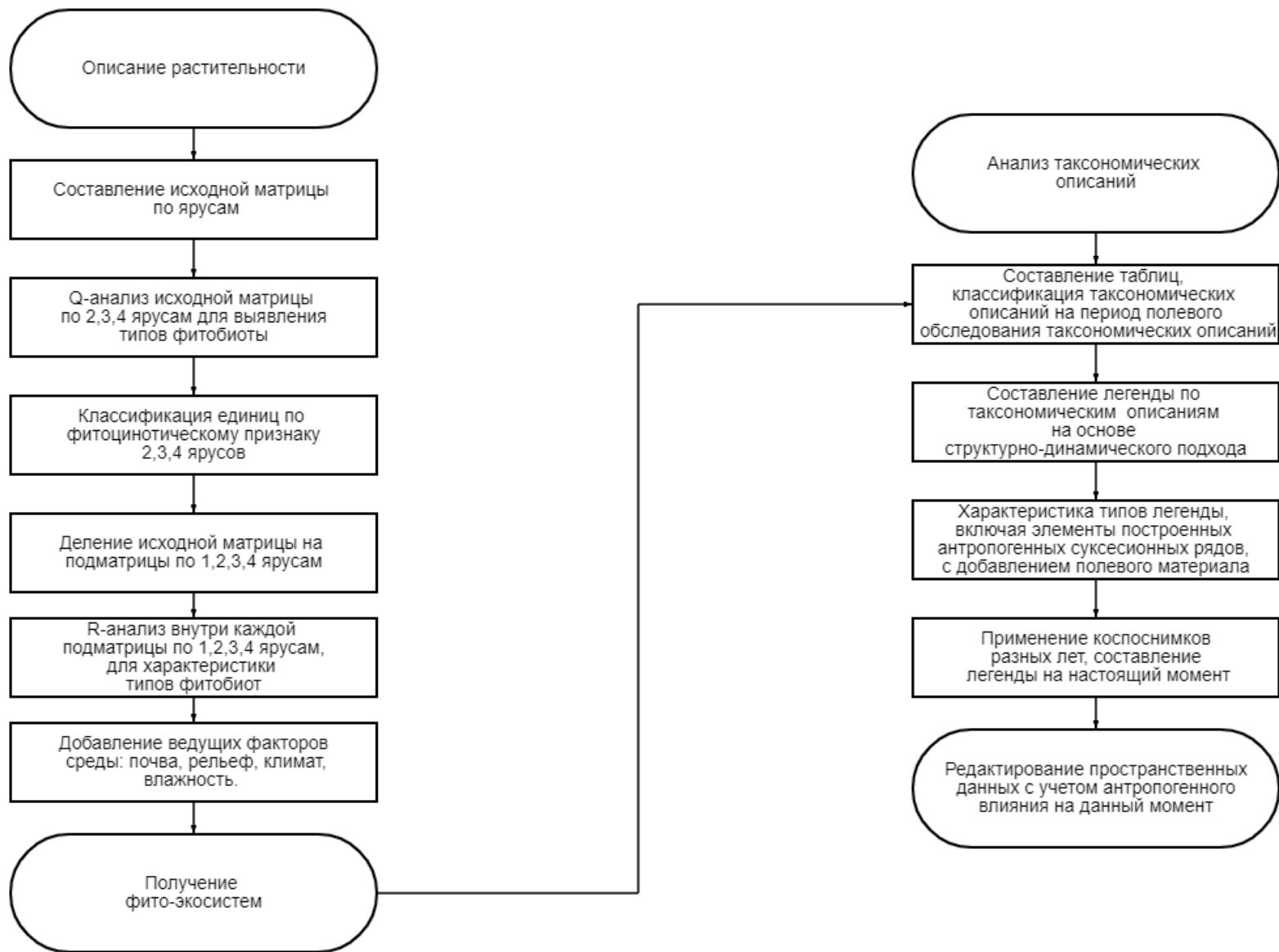
Основные задачи.

- Используя полевые и таксономические описания составить легенду крупномасштабной фитоэкологической карты с отражением антропогенных динамических процессов.
- Получить параметры продуктивности фитоэкосистем, с целью оценки степени антропогенного воздействия.
- Построить по спутниковым данным карты обобщенного регионального уровня для выбора подспутниковых полигонов с целью экстраполяции данных по фитоэкосистемам на большие территории.

Район исследования



Структурная схема эшелонированного мониторинга



Профили полевых описаний подспутникового полигона «Железо»

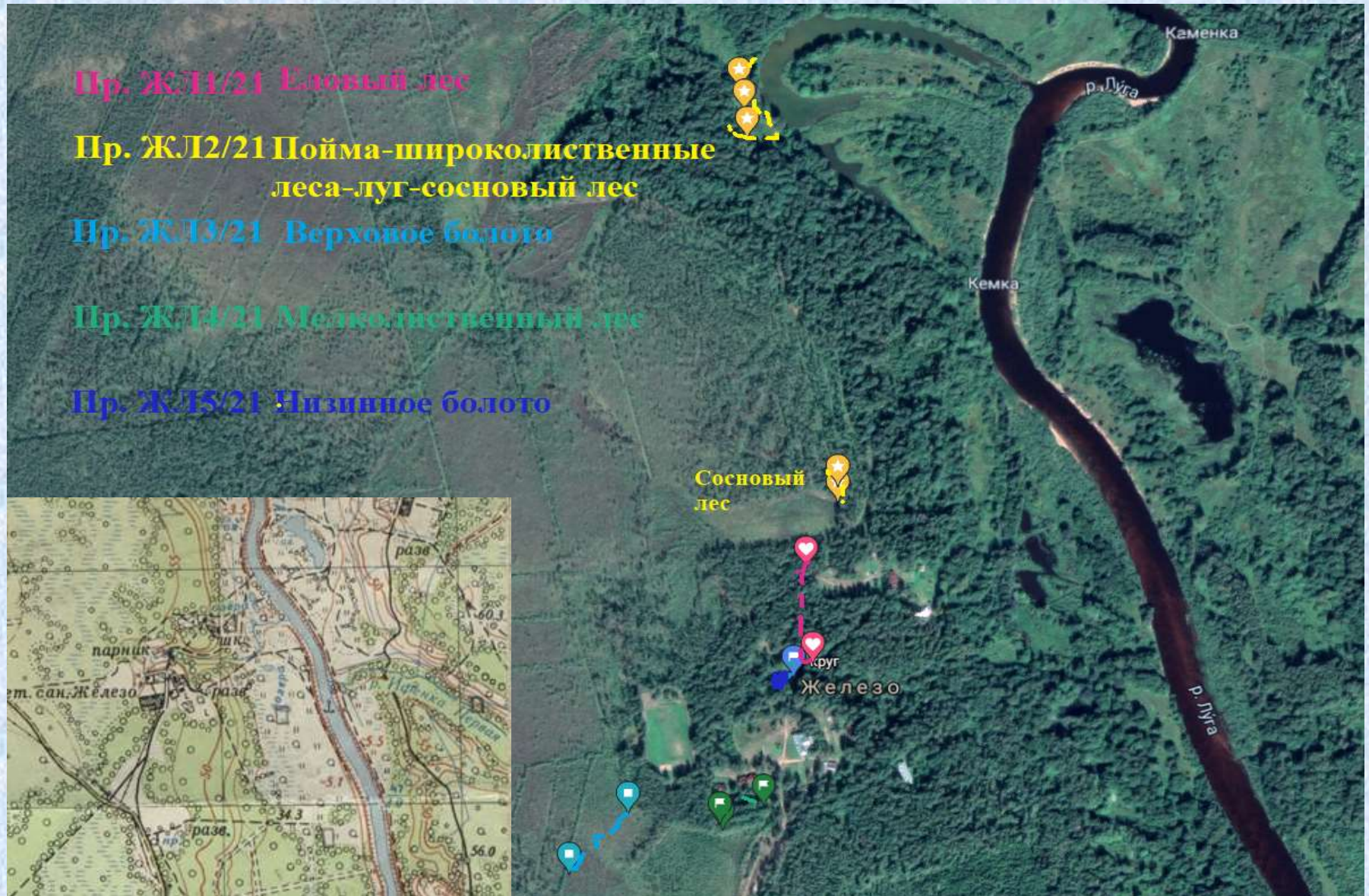
Пр. ЖЛ11/21 Еловый лес

Пр. ЖЛ2/21 Пойма-широколиственные
леса-луг-сосновый лес

Пр. ЖЛ3/21 Верховое болото

Пр. ЖЛ4/21 Мелколиственный лес

Пр. ЖЛ5/21 Низинное болото



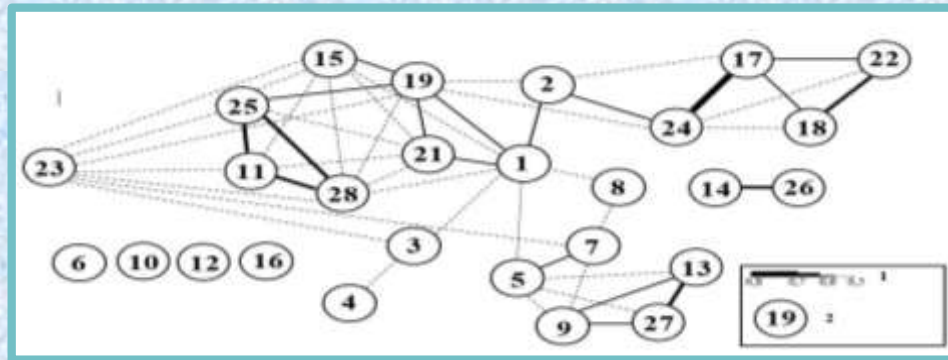
Графы типов фитоэкосистем



Формула сходства между типами фитоэкосистем

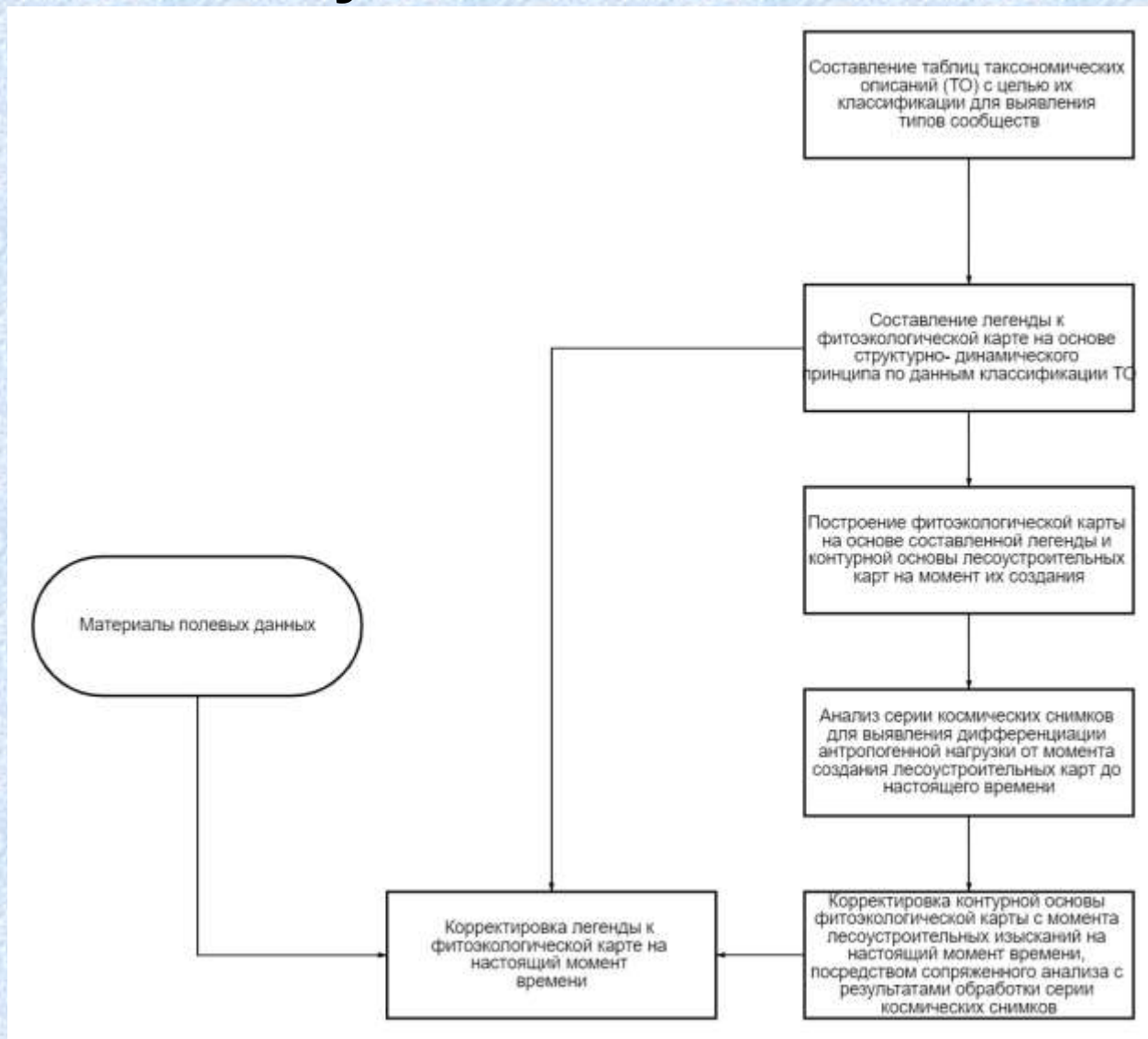
$$r_{k,l} = \frac{2 \sum_{j=1}^t \min(x_{k_i}, x_{l_j})}{\sum_{j=1}^t x_{k_i} + \sum_{j=1}^t x_{l_j}}$$

где: $r_{k,l}$ - мера сходства между k и l типами выделов;
 x_{k_i} - значение проективного покрытия вида j в k описании;
 x_{l_j} - значение проективного покрытия вида j в l описании;
 t - общее количество видов.



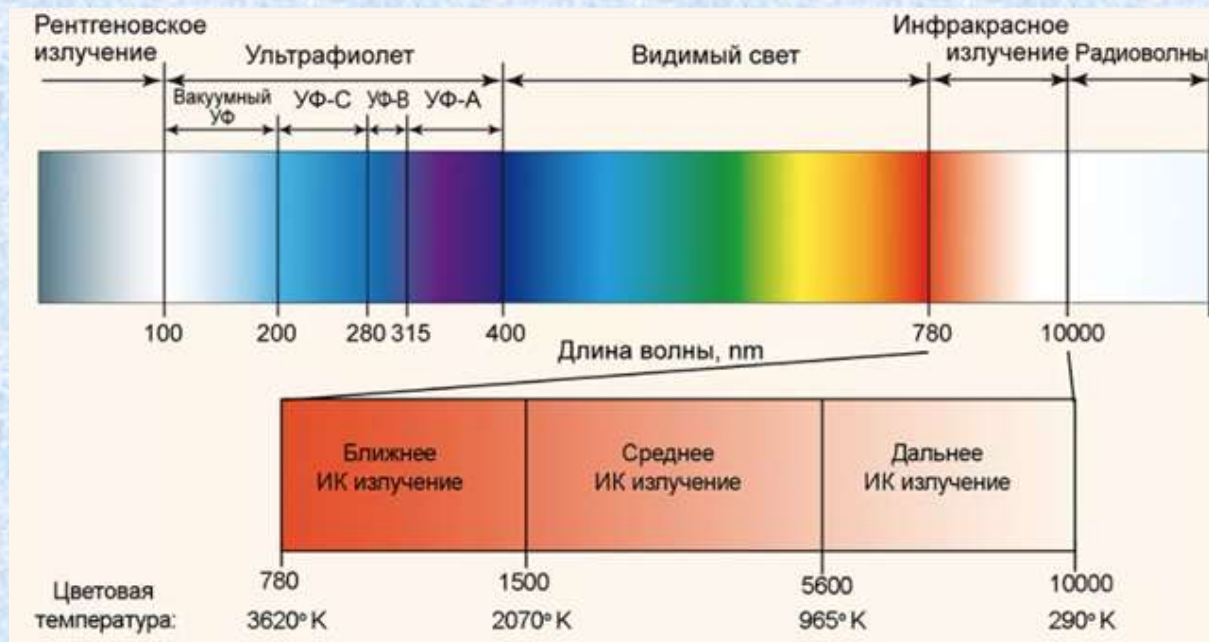
1 – мера сходства, значения которого отражена пропорционально толщине линии, 2 – фитоценотические виды

Пространственный анализ фитоэкосистем подспутниковых полигонов



Исходные данные космической съемки

1. Данные космического аппарата (КА) Sentinel 2A в спектральных диапазонах видимого и ближнего инфракрасного диапазонов. Величина середины спектрального интервала диапазонов составляет: 0,490; 0,560; 0,665; 0,842 (мкм). Дата съемки – 11 мая 2021 года. Пространственное разрешение – 10 метров.
2. Ретро-данные КА Landsat-5 в следующих спектральных диапазонах: 0,45–0,515 мкм, 0,525–0,605 мкм, 0,63–0,690 мкм, 0,75–0,90 мкм, 1,55–1,75 мкм. Дата съемки – 14 мая 1992 года. Пространственное разрешение – 30 метров.



Спектры излучения (длина волны представлена в единицах nm)

Выявления структуры и динамики фитоэкосистем. Экстраполяция данных подспутниковых полигонов на основе дистанционного зондирования земли

Для выполнения поставленной задачи были получены следующие характеристики экосистем в результате обработки спутниковых данных за обе даты съемки (1992 и 2021 г.г.).

На одном из подспутниковых полигонов демонстрируем изображение местности, синтезированное в красном-зеленом-голубом каналах (RGB)



а) КА Landsat-5, 14.06.1992 г.(п.п. - 30м) б) КА Sentinel 2A 11 05.2021г. .(п.п. - 10м)

RGB изображения с исследуемым участком съемки

NDVI - нормализованный разностный вегетационный индекс

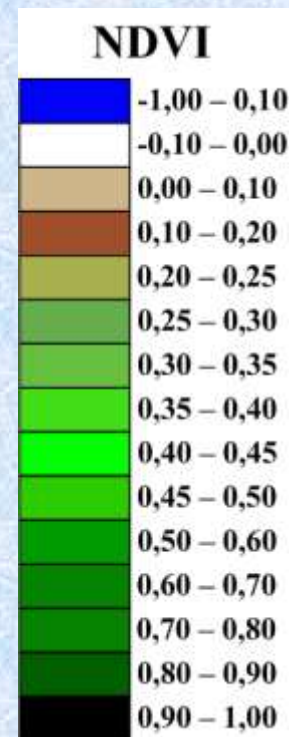
Рассчитаны значения нормализованного дифференцированного индекса вегетации по формуле: $NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$,
где NIR – спектральная яркость в ближнем инфракрасном (ИК) диапазоне длин волн,
Red - спектральная яркость в красном диапазоне длин волн.



NDVI по данным КА Landsat-5,
14.06.1992 г.

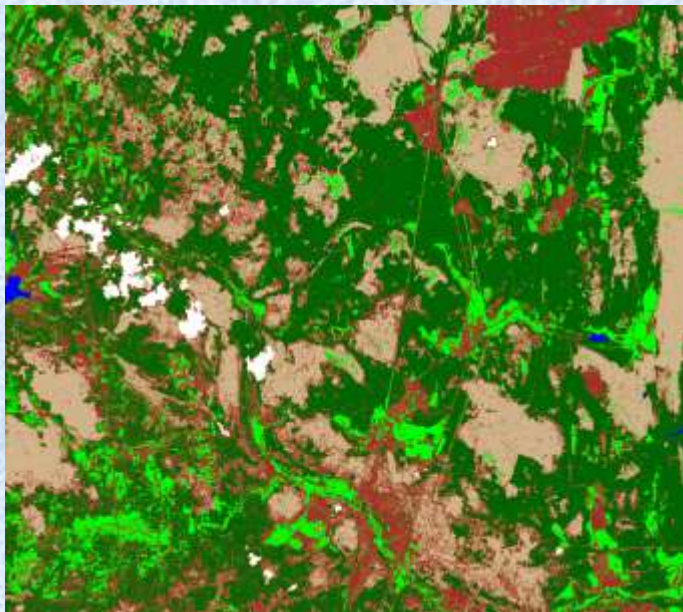


NDVI по данным КА Sentinel 2A,
11 05.2021 г.



Результаты классификации подстилающих поверхностей по данным космической съемки

Классификация данных космического зондирования проводилась методом группировки с обучением «Supervised Classification». Процесс обработки спутниковых снимков выполнялся в программном комплексе ERDAS Imagine Professional.



■	Нет данных
■	Водные поверхности, тени от облаков, торфозаготовки
■	Древесная растительность (кустарники, лесные и садовые деревья)
■	Травянистая растительность (полевая, луговая)
■	Урбанизированные территории, открытый грунт, вспаханные поля, заболоченные территории
■	Болота
■	Облака, солнечные блики на влажной поверхности

Результаты классификации по данным

KA Landsat-5, 14.06.1992 г. и NDVI, KA Sentinel 2A, 11 05.2021г.

Выводы

- Разработанный подход получения разного уровня данных (на разных эшелонах) для выявления структуры и динамики фитоэкосистем и оценки степени антропогенной нагрузки является обоснованным и целесообразным при планировании дополнительных антропогенных нагрузок на территорию исследования.
- Данный подход применим для эшелонированного мониторинга фитоэкосистем больших территорий с учетом выявления их структурно-динамических характеристик, построения антропогенных сукцессий фитобиоты, выявления трансформации экологических ниш.
- Данные и выводы, полученные на подспутниковых полигонах, возможно экстраполировать на большие территории.

Спасибо за внимание!