

# Построение модели тенденций трансформации лесных экосистем при зарегулировании стока рек на основе космической информации

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

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

*E-mail: nella@mail.ru*

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

*E-mail: efchichkova@yandex.ru*

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

# Цель исследования

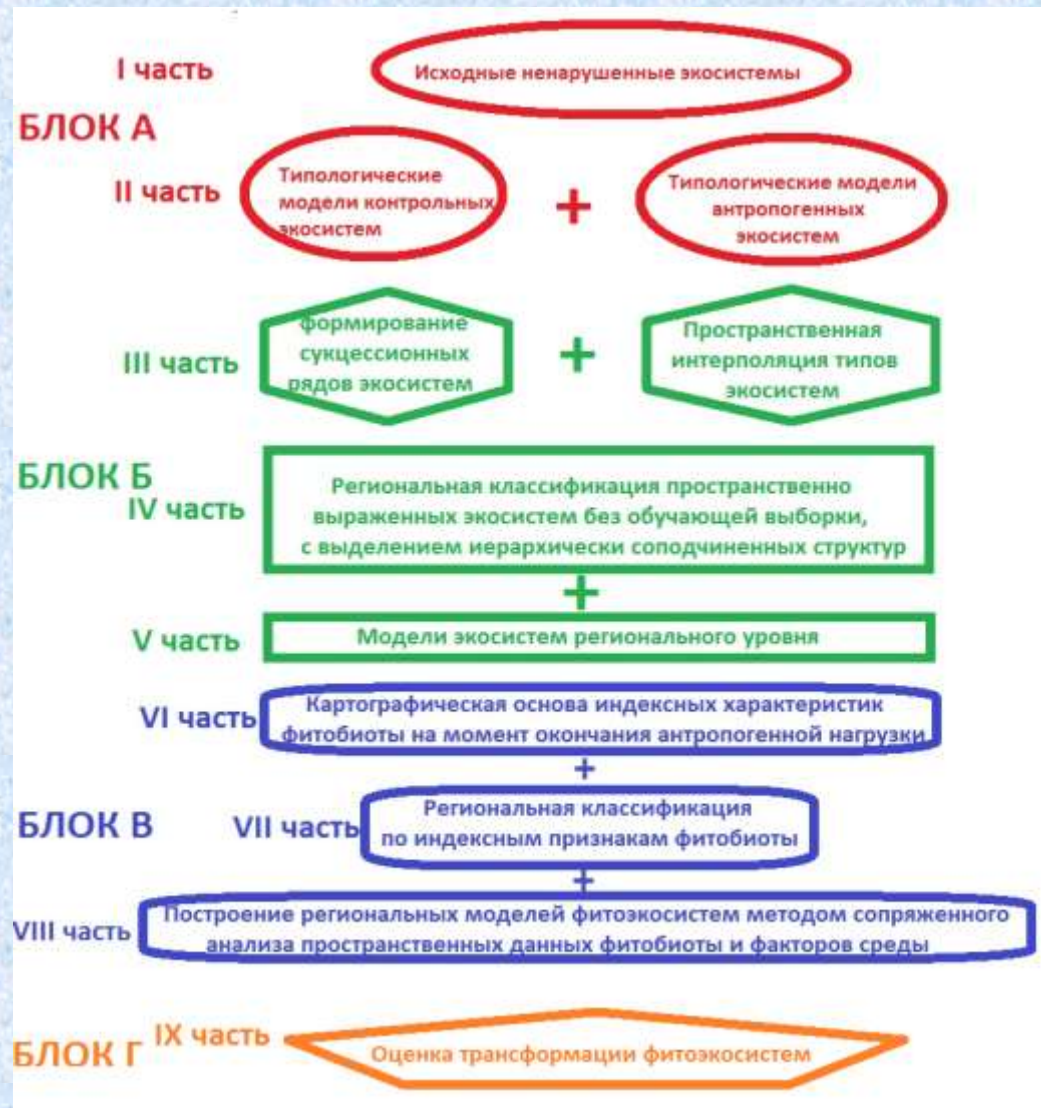
- В середине прошлого века в лесной зоне России многие водные объекты были включены в системы коммуникаций. В конце прошлого столетия некоторые ГЭС были упразднены.
- В следствии зарегулирования стока рек растительный покров прибрежных территорий перекрытых плотинами подвергся мощному антропогенному воздействию: произошла трансформация экосистем.
- Предлагается модель обнаружения трансформаций лесных экосистем и отслеживания их изменений во времени с использованием данных космической съемки



**Состояние плотин (ГЭС) на реке Оредеж в настоящее время (Ленинградская область)**

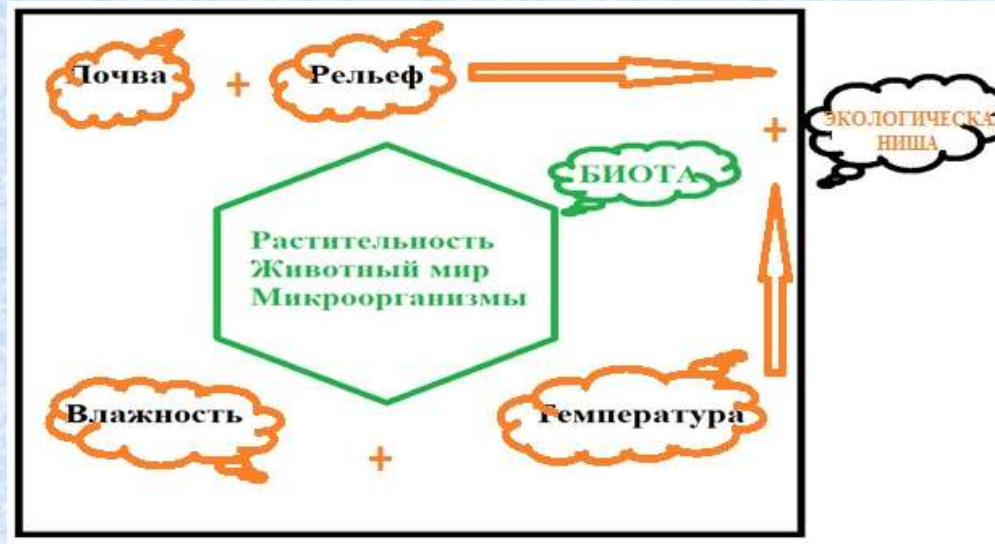


# Функциональная схема построения модели



# БЛОК А

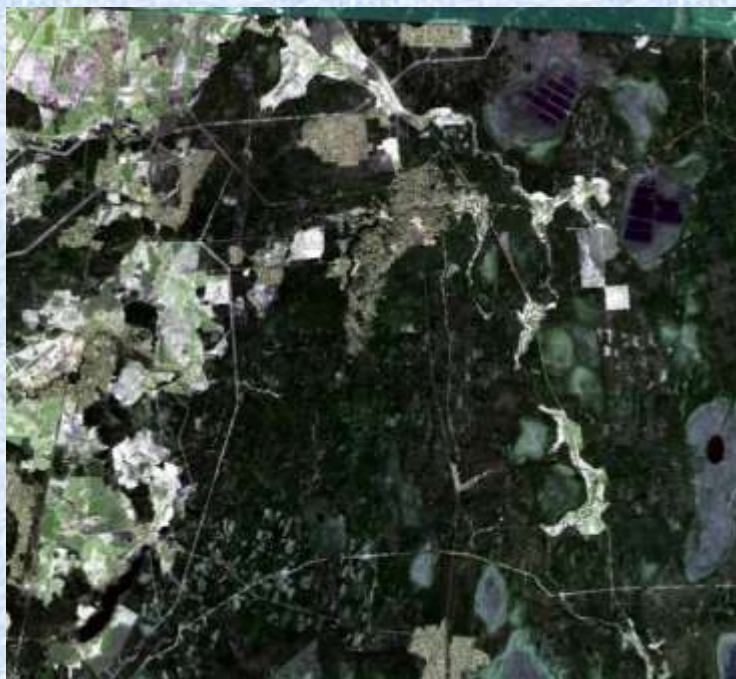
## Источники исходной информации для определения состава фитобиоты экосистем до антропогенного вмешательства



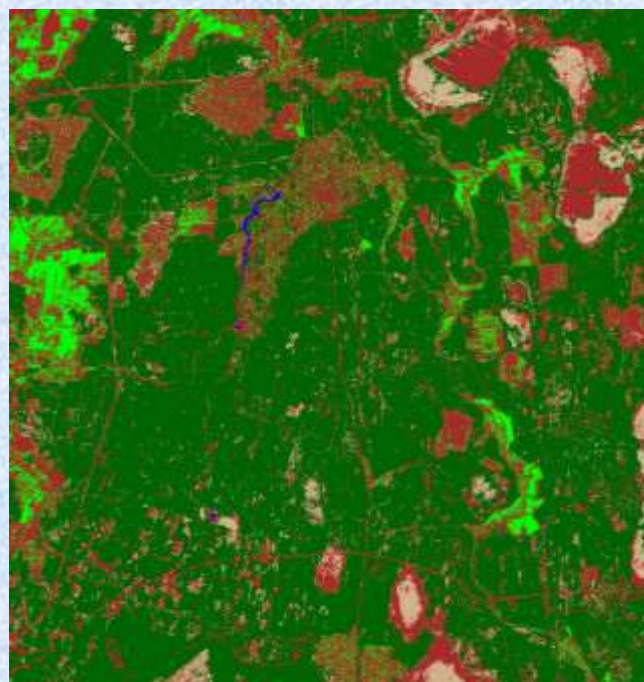
- до 90-х годов 20-го века - таксационных описаний до антропогенного вмешательства
- после 90-х годов 20 века - космической съемки, со спутников с многоспектральной аппаратурой, имеющиеся в свободном доступе среднего пространственного разрешения (Landsat-5,7,8; Sentinel-A,B)



# Идентификация состава фитобиоты экосистем по данным Sentinel-2A (10 м), 11 05.2021г., участок водосбора реки Оредеж



**RGB изображение исследуемого участка вблизи р. Оредеж**



Нет данных
Водные поверхности, тени от облаков, торфоразработки
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, определение пространственного распределения и площадных параметров фитоэкосистем**

# Показатели контрольных фитоэкосистем

Показатели **индексов** (значения отношений спектральных комбинаций) космической съемки высокого пространственного разрешения КА **WorldView-2**, например, индексы:  $NDVI = (b7-b5) / (b7+b5)$  – нормализованный разностный вегетационный индекс;  $FCI = (B7 - B6) / (B7 + B6)$  - оценка содержания хлорофилла, протеина и азота.

Режимы	Мультиспектральный	
Спектральный диапазон (мкм)	синий: 0,45–0,52	b2
	зеленый: 0,52–0,59	b3
	красный: 0,63–0,69	b5
	ближний ИК (1): 0,76–0,90	b7
	новые каналы:	
	фиолетовый: 0,423–0,453	b1
	желтый: 0,6–0,64	b4
	крайний красный: 0,7–0,73	b6
ближний ИК (2) 0,9–1,05	b8	
Пространственное разрешение в надире	1,84 м	

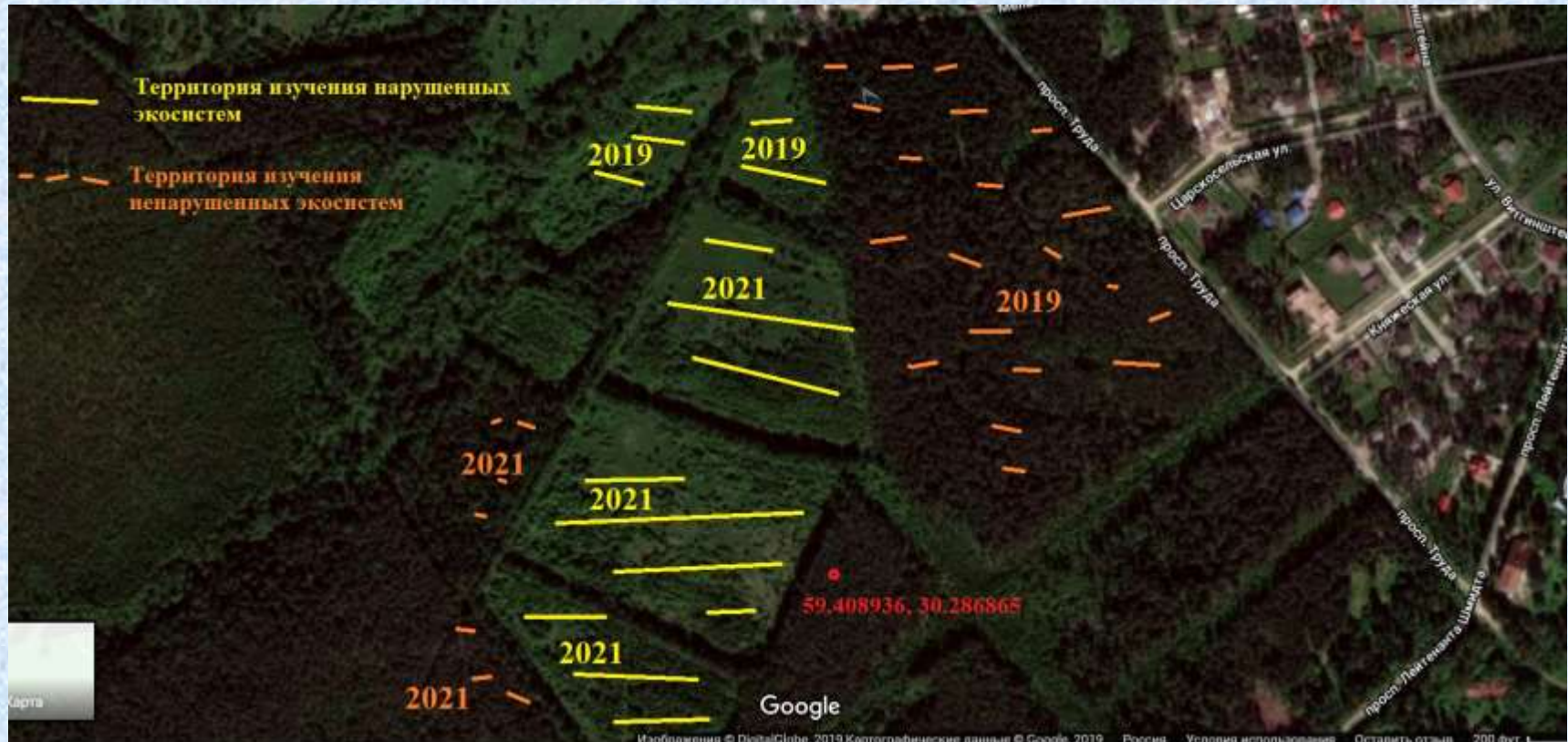
И данные сенсора **ASTER** спутника **Terra** для расчета **цифровых моделей рельефа (ЦМР)**, размер ячейки сетки 1'' x 1'' (30x30 м) ; абсолютная точность по высоте - 12–30 м. Макрорельеф.



**Наземные измерения и полевой материал: описания и пробы почв, рельефа, состава и состояния растительности, климатические показатели (температура, влажность, солнечное сияние)**



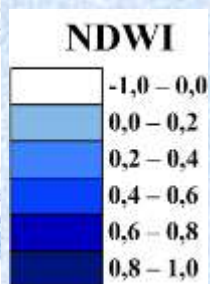
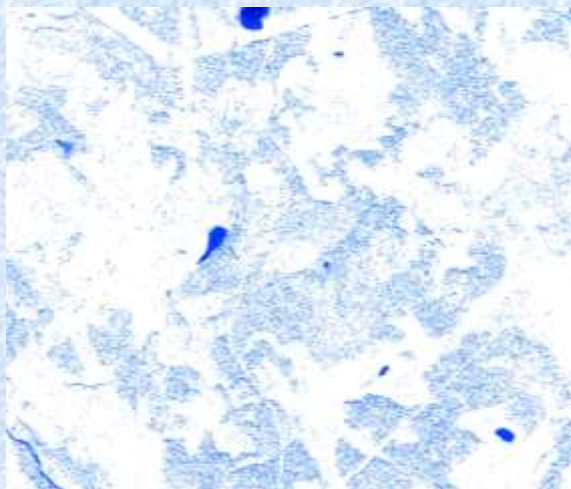
# Пример: район полевого обследования (водосбор реки Оредеж)



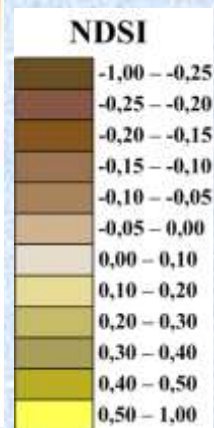
Экспедиция 2019, 2021 г.

Получено 328 полевых описаний фитобиоты и факторов среды.

# Примеры: ведущие факторы среды по данным КА WorldView-2, 07.06.2019



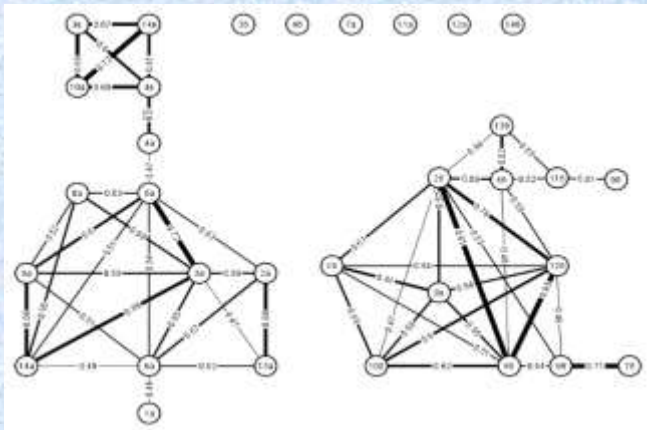
Нормализованный разностный водный индекс  $NDWI = (b1-b8 / (b1+b8))$   
"водный" индекс, отражает степень обводненности



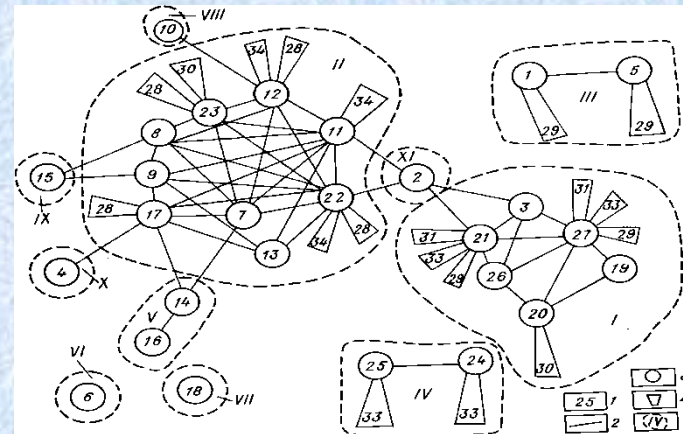
Нормализованный разностный почвенный индекс (индекс открытой почвы)  
 $NDSI = (b3-b4) / (b3+b4)$



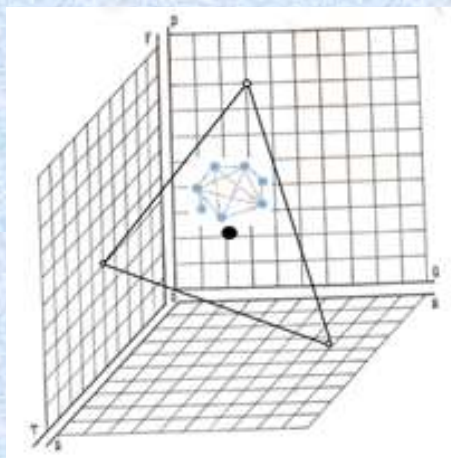
# Типологические модели фитоэкосистем



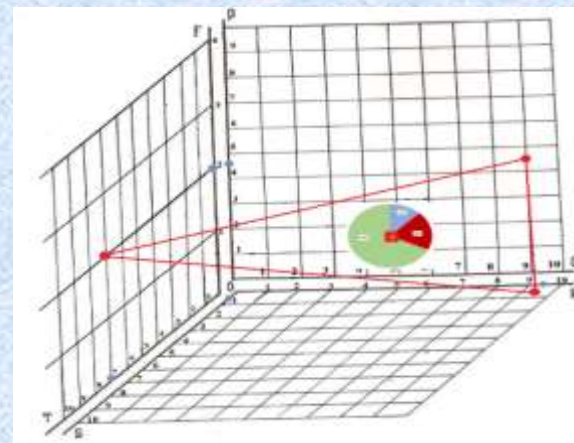
Граф типов фитобиот без учета древесного яруса



Граф типов фитобиот с учетом древесного яруса



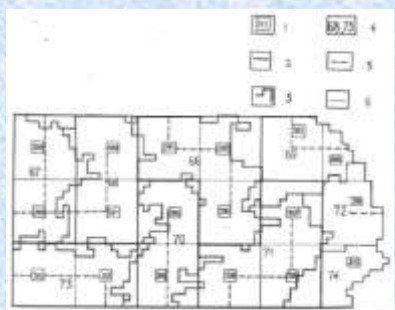
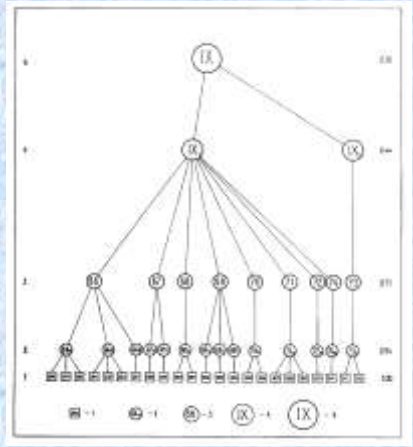
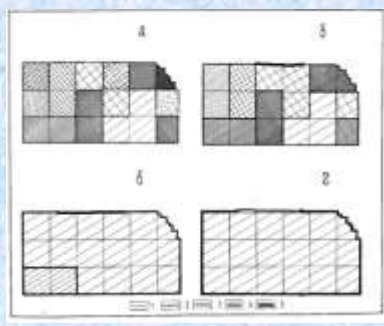
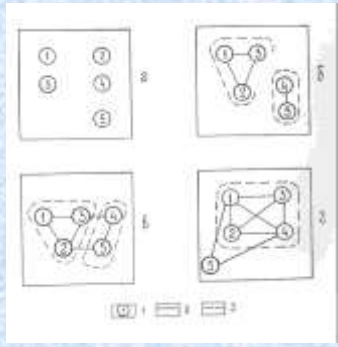
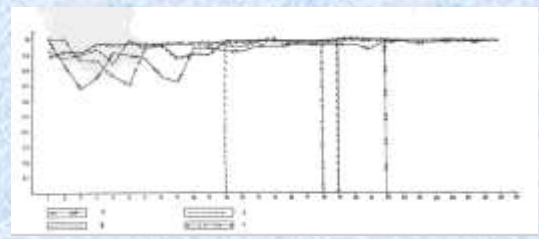
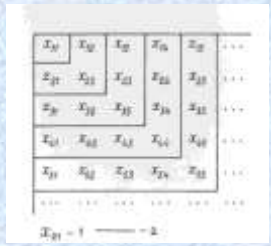
Модель 1 типологической фитоэкосистемы - состав фитобиоты, экологическая ниша, инвариант фитоэкосистемы



Модель 2 типологической фитоэкосистемы - структура фитобиоты, экологическая ниша, инвариант

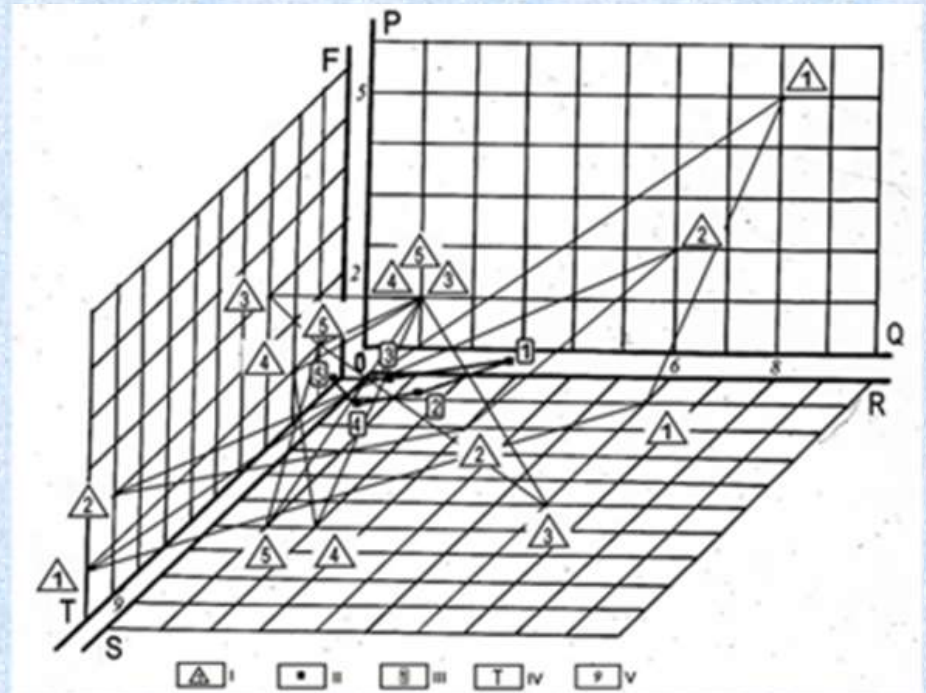
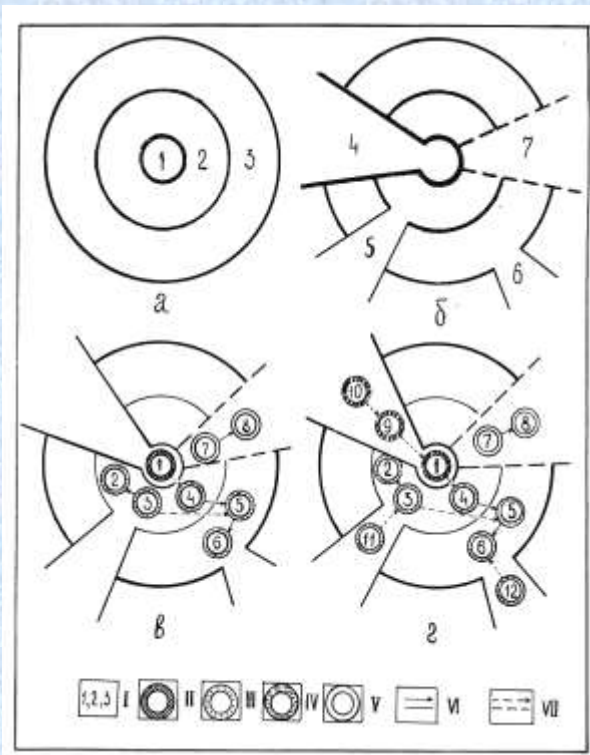
# БЛОК Б

# Алгоритм региональной классификации





# Региональные модели фитоэкосистем

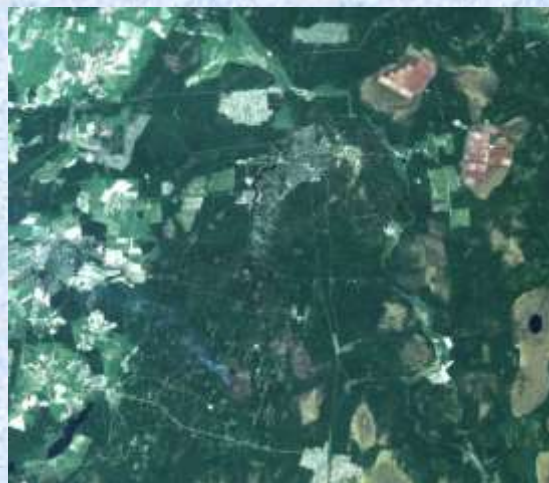


Модель структуры эколого-динамических рядов региональной фитоэкосистемы

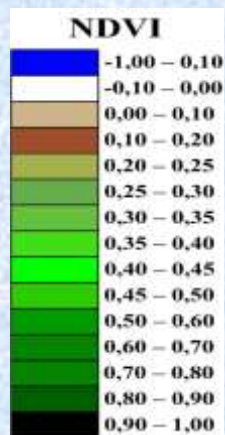
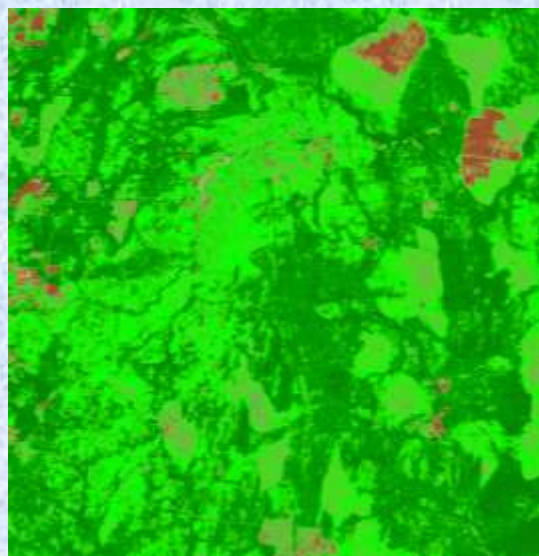
Модель региональной фитоэкосистемы

# БЛОК В

## Ретро-данные: КА Landsat-5, 14 июня 1992 года, участок водосбора реки Ордеж



**RGB изображение исследуемого участка вблизи р. Ордеж Момент окончания воздействия антропогенной нагрузки (зарегулирование стока реки)**



Black	Нет данных
Blue	Водные поверхности, тени от облаков, торфоразработки
Green	Древесная растительность (кустарники, лесные и садовые деревья)
Light Green	Травянистая растительность (полевая, луговая)
Red	Урбанизированные территории, открытый грунт, вспаханные поля, заболоченные территории
Brown	Болота

**Нормализованный дифференцированный индекс вегетации**

$$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$$

**Результат региональной классификации**



С помощью информации спутникового зондирования предлагаемая модель анализирует:

- ненарушенные экосистемы;
- изменения экосистем на момент окончания антропогенного воздействия;
- степень восстановления экосистем на настоящий момент времени через сукцессионные ряды и пространственные распределения их элементов.

**Применение** данной модели по оценке трансформации фитоэкосистем при разной степени антропогенного воздействия планируется для построения комплексных биосферных моделей в образовательной и научной областях, а также при непосредственной эксплуатации природных ресурсов различными отраслями экономики. |

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**