

ГУАП

guap.ru

**Методы мониторинга вырубок леса вблизи
технологических объектов Ленинградской области по
данным космической съемки**

Чичкова Е. Ф., Рогачев С.А., Матяш В. А.

**Санкт-петербургский государственный университет аэрокосмического
приборостроения, Санкт-Петербург, Россия**

Технологические объекты мониторинга, проводимого КосмоИнформ-Центром ГУАП на территории Ленинградской области за период 2012-2022 гг. по спутниковой информации

- Трасса Северо-Европейского газопровода (СЕГ);
- Газоперерабатывающий комплекс в составе комплекса переработки этансодержащего газа в районе поселка Усть-Луга (подъездные автодороги и объекты строительства);
- Карьеры;
- Полигоны ТБО и несанкционированные свалки мусора.

Применяемые методы мониторинга технологических объектов

1. Эшелонированный мониторинг (наземные – аэро - космические измерения).
2. Анализ динамики объектов и потенциально опасных зон (ПОЗ) по разновременной аэрокосмической съемке.
3. Комплексование спутниковых данных среднего и высокого пространственного разрешения (ПР).
4. Анализ ПОЗ через построение почвенных и вегетационных спектральных индексов.
5. Анализ текстуры изображений.
6. Геопортальная технология размещения и доступа к данным.

Пример: мониторинг объекта Северо-Европейский газопровод (СЕГ) на территории Ленинградской области

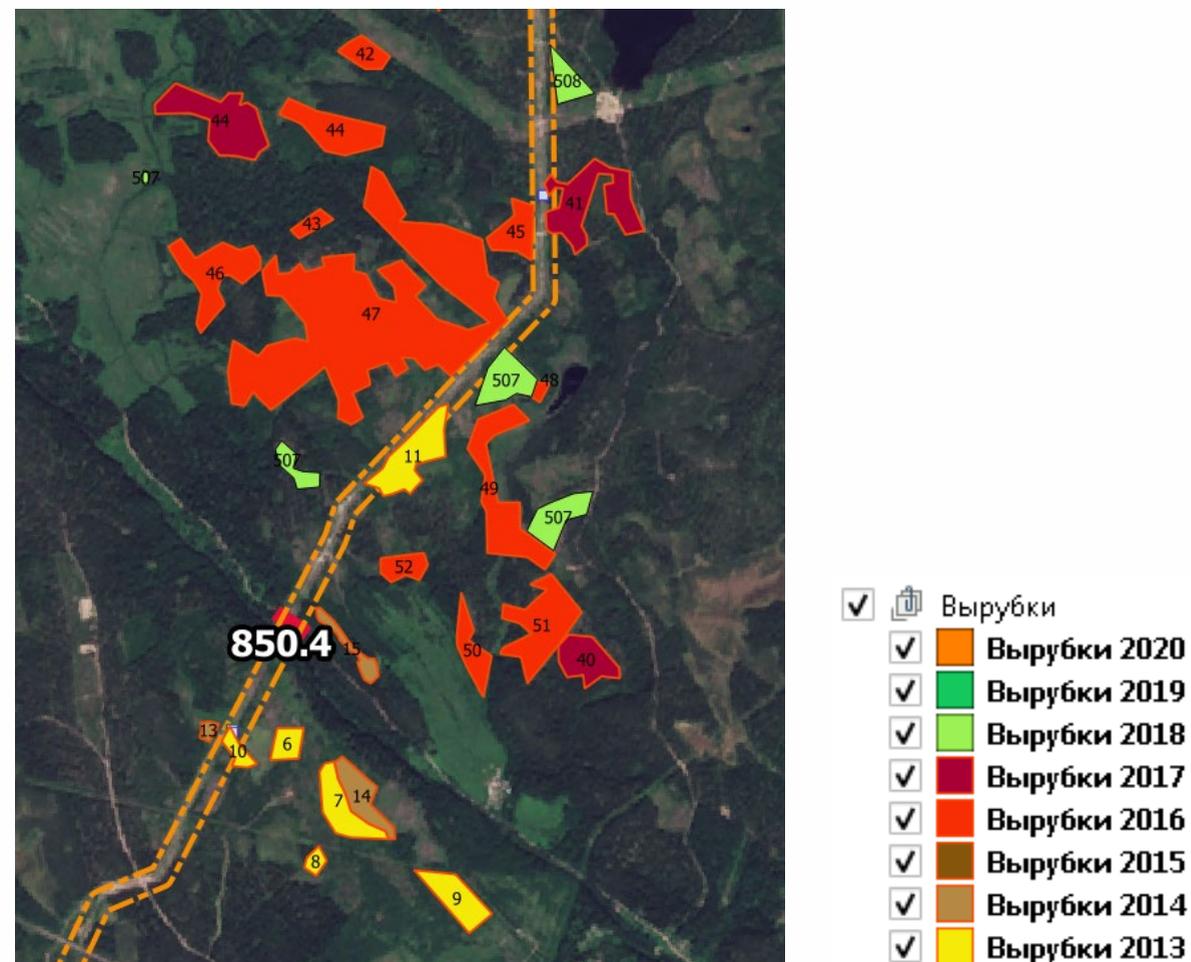


Оранжевым отмечена трасса газопровода. Красным – десятикилометровая буферная зона.

Линейная часть Северо-Европейского газопровода (СЕГ) от КС «Волховская» до бухты Портовая.

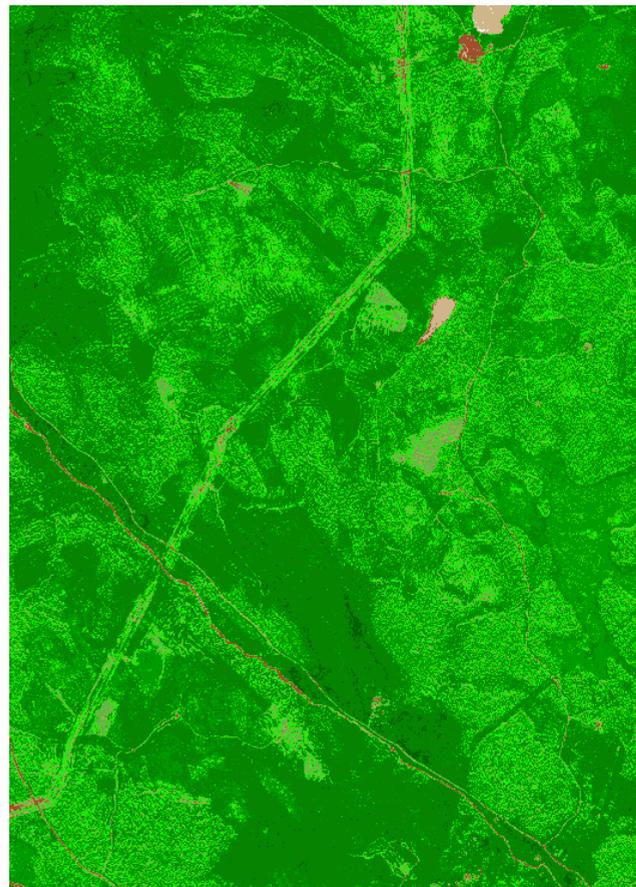
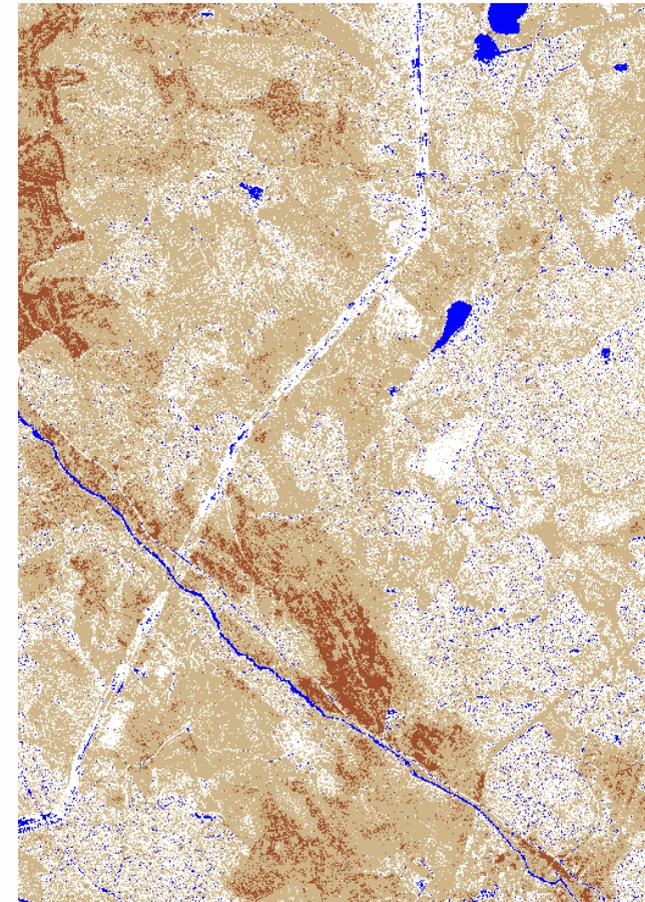
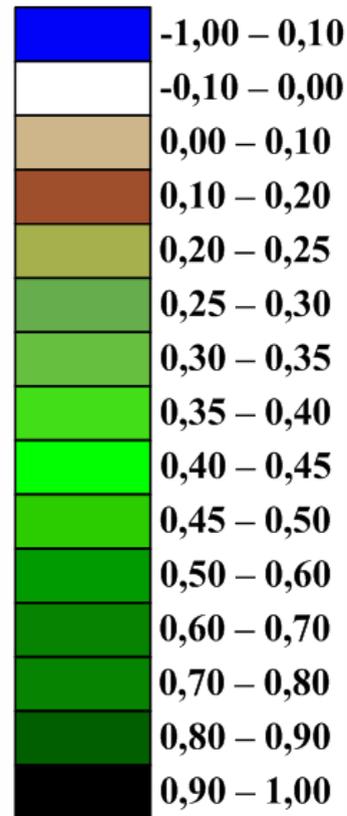
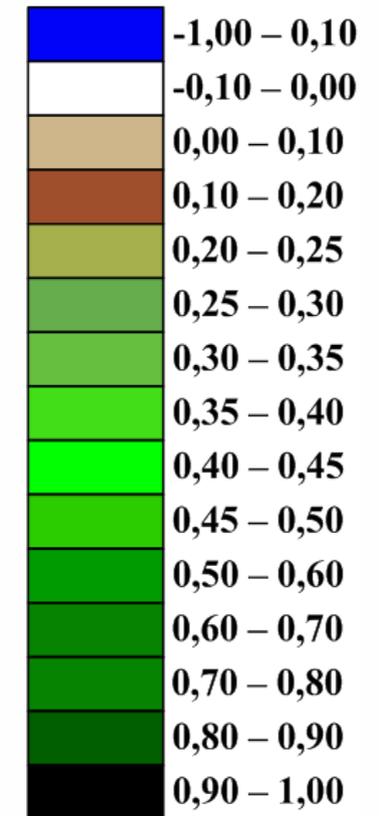
Тестовый участок трассы

В период с 2012 по 2020 год КосмоИнформ-Центр ГУАП проводил ежегодный мониторинг опасных геологических процессов и ПОЗ вдоль трассы СЕГ по данным многоспектральной съемке среднего ПР космических аппаратов (КА) RapidEye (2012-2015 гг) и Sentinel – 2А, 2В (2016-2020). ПОЗ, связанные с вырубками леса, контролировались в буферной зоне трассы.



Динамика ПОЗ «вырубки леса» на подложке Sentinel – 2, 2020 г.

Идентификация вновь появившихся ПОЗ «вырубки леса» по данным индексов вегетации NDVI и NDRE

**NDVI****NDRE**

Индексы NDVI (слева) и NDRE (справа), рассчитанные по данным снимка высокого ПР КА WorldView-2 для детализации результатов мониторинга ПОЗ по данным среднего ПР КА Sentinel – 2А.

Текстурный анализ

Для ПОЗ «вырубки леса» на тестовом участке по данным КА WorldView-2, (07.06.2019) при анализе следующих рассчитанных текстурных характеристик :

Текстурная характеристика	Формула	Значение
Энергия	$\sum_{i,j} \hat{f}(i,j)^2$	Данный текстурный признак отражает однородность распределения уровней серого на изображении и грубость текстуры
Энтропия	$\sum_{i,j} \hat{f}(i,j) \log \hat{f}(i,j)$	Отражает неравномерность (хаотичность) и сложность текстуры изображения
Контраст	$\sum_{i,j} (i-j)^2 \hat{f}(i,j)$	Представляет собой меру расхождения в интенсивности между соседними пикселями текстуры, отражает резкость текстуры
Обратный момент	$\sum_{i,j} \frac{1}{1+(i-j)^2} \hat{f}(i,j)$	Отражает однородность текстуры и учитывает её локальные изменения, высокое значение обратного момента характерно для однородных текстур

наиболее показательными оказались значения энтропии.

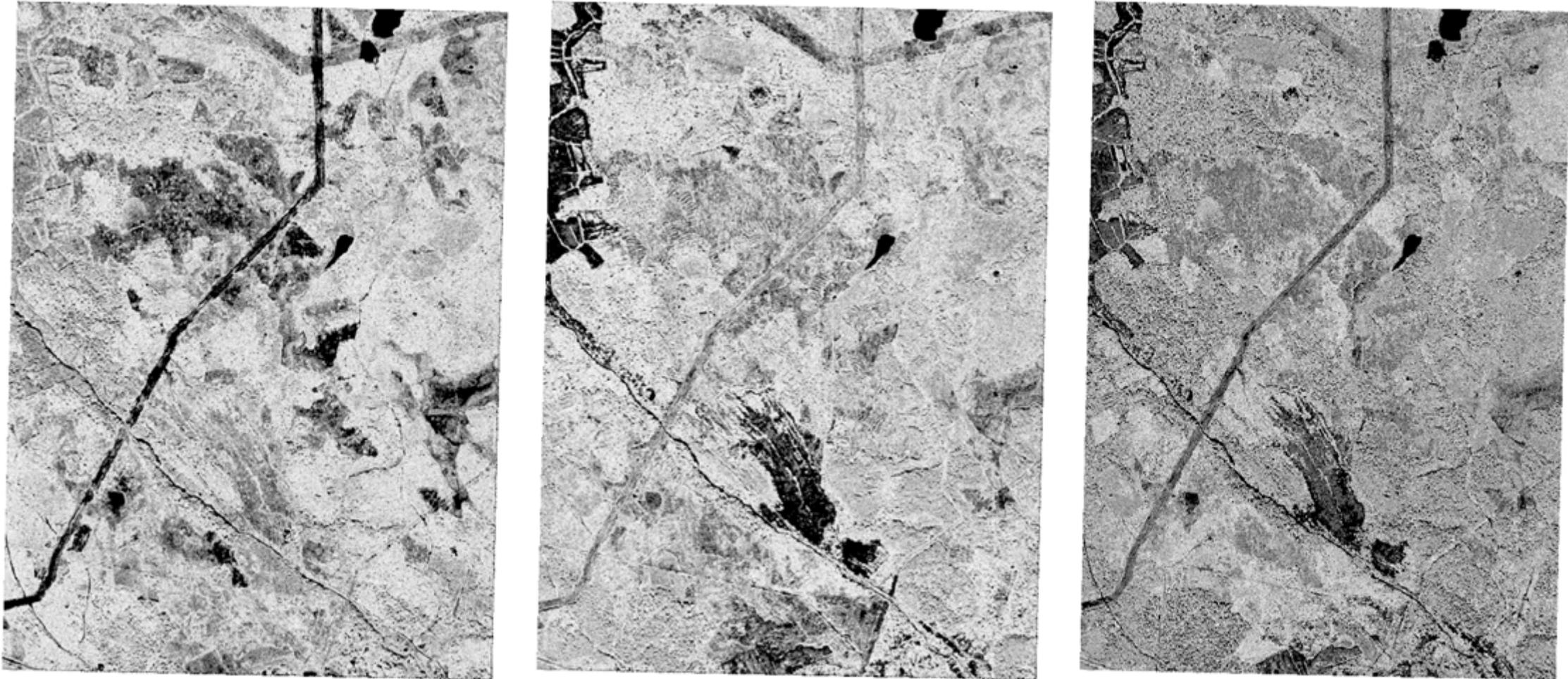
Текстурный анализ

	Год	Среднее	Медиана	Отклонение	Минимальное	Максимальное
1	2013	7.5986	7.6979	2.0143	-0.0013	11.6690
2	2013	9.2247	9.4545	1.3569	2.6891	11.9677
3	2013	6.9319	7.3942	2.6954	-0.0017	12.0991
4	2013	8.1902	8.2628	1.7195	3.1595	11.9463
5	2013	9.0904	9.3473	1.5534	3.9596	11.9119
6	2013	7.5133	7.7412	2.3085	-0.0008	12.0437
7	2014	7.9383	7.8929	1.5629	1.8219	11.5170
8	2014	9.8564	10.0252	1.1241	3.8033	12.0788
9	2014	7.0058	7.0461	2.0427	0.1682	11.9882
10	2016	6.6879	6.7131	2.4970	-0.0016	12.1337
11	2016	7.5454	7.6302	2.3600	-0.0008	12.1344
12	2016	8.3874	8.7968	2.2552	-0.0011	12.0999
13	2016	6.9124	7.8877	3.4222	-0.0005	11.5025
14	2016	5.7418	5.6217	2.6410	-0.0025	12.1895
15	2016	7.5127	7.5441	2.3864	0.4482	12.3763
16	2016	7.6088	7.8509	2.3482	-0.0013	12.0016
17	2016	9.3793	9.7376	1.5678	3.0658	11.9333
18	2016	8.3596	8.5435	1.6584	1.3328	11.9667
19	2016	6.5975	6.6616	2.4922	-0.0017	12.1546
20	2016	7.4990	7.3497	2.0918	0.0014	11.9886
21	2017	6.0297	6.4144	3.2066	-0.0017	12.3005
22	2017	7.0465	7.1756	2.3013	-0.0006	12.2099
23	2017	7.3057	7.5698	2.6637	-0.0018	12.1123
24	2018	5.6991	6.0661	2.6717	-0.0010	11.7041
25	2018	8.8748	8.9254	1.4567	5.2792	11.9675
26	2018	6.4297	6.9572	3.4470	-0.0006	12.2659
27	2018	2.1843	0.4996	3.1595	-0.0017	12.0440
28	2018	3.2229	2.2777	3.1711	-0.0019	11.4937

В таблице представлены статистические данные текстурной характеристики «энтропия», для разновременных вырубок, которые находились на территории тестового участка, рассчитанные по данным красного спектрального канала КА WorldView-2.

Текстурный показатель «энтропия» характеризуется большими значениями среднего и медианы для ранних 5-6 летних вырубок 2013-2014 года и понижением значений этих характеристик к первогодичным вырубкам 2018 года.

Текстурный анализ



Результаты расчета текстурной характеристики «энтропия», для (с лева на право): красного, ближнего инфракрасного и панхроматического канала

Анализ динамики лесных вырубок по трассе СЕГ

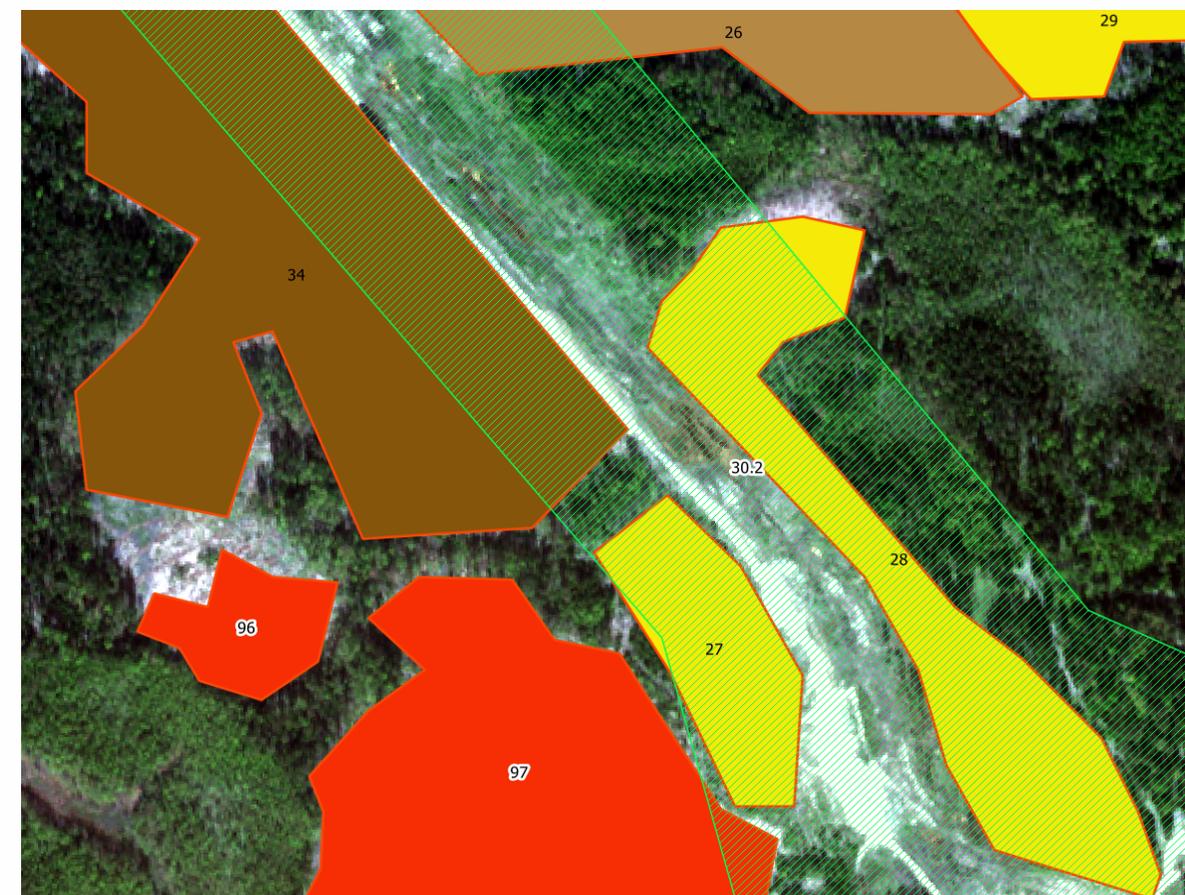
По результатам анализа результатов обнаружения вырубок за выбранный период наблюдений прослеживается тенденция к сокращению суммарной площади вырубок. Анализ пространственного расположения вырубок показал, что наибольшее количество новых вырубок обнаружено вдоль северо-западного участка СЕГ – от КС «Портовая» до озера Глубокое, а также на юго-восточном участке СЕГ - от пересечения трассы СЕГ с р. Нева до КС Волховская.

№ п/п	Год обнаружения	Суммарная площадь вырубок , км ²
1	2017	14,606
2	2018	37,038
3	2019	8,79
4	2020	6,243

Прогнозирование состояния имеющихся вырубок

На территории вырубок леса происходит почти полное разрушение растительности и сильнейшее изменение условий: резкие перепады температуры, повышенные освещенность и влажность почвогрунта. Самое опасное для развития ПОЗ «вырубка леса» - переход в ПОЗ «болото». Это - угроза техносферной безопасности для технологических объектов.

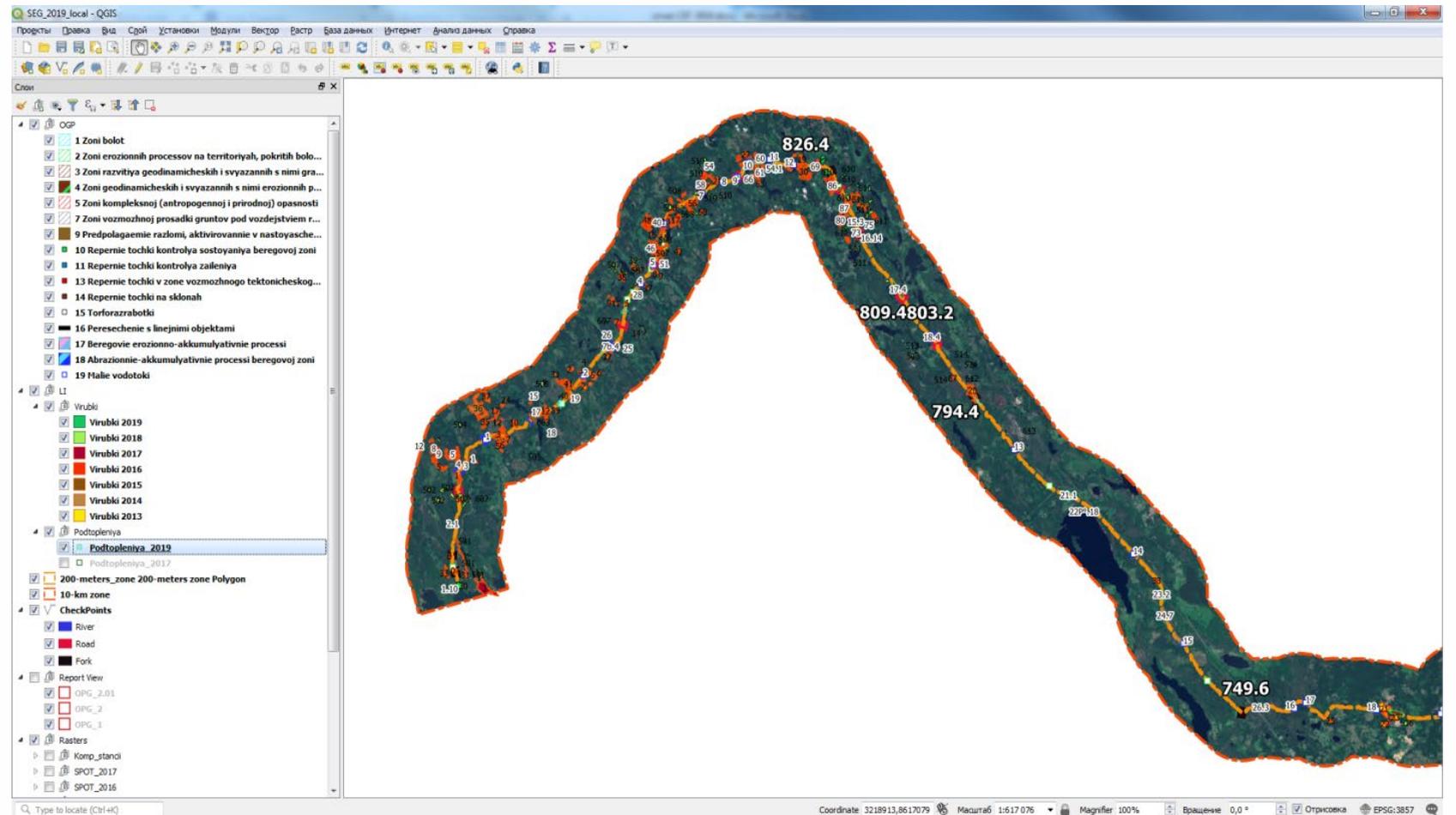
Зоны подтопления на данном участке расположены у близко прилегающих к трассе вырубок леса и в зоне естественных природных болот. Зоны вырубок леса усугубляют процессы заболачивания и подтопления районов прохождения трассы СЕГ. Требуется проведение наземного контроля этого участка для отслеживания возможных коррозионных процессов трассы СЕГ.



Участок на 697 км трассы СЕГ с выраженным подтоплением в буферной зоне из-за заболачивания вырубок, произведенных в 2013-2016 гг., КА GeoEye-1, 2019 г

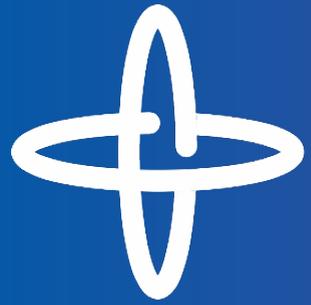
Технология геопортального сервиса

Для хранения, удобного предоставления данных мониторинга заказчикам используется технология геопортального сервиса. Выходные данные представляют собой слои геопространственных данных в векторных и растровых форматах.



Заключение

Представленные методы распознавания и отслеживания зон вырубок леса входят в систему мониторинга ПОЗ, разработанную в КосмоИнформ-Центре ГУАП, и предназначенную для выполнения работ по оказанию услуг производственного экологического мониторинга различным предприятиям и ведомствам Ленинградской области.



ГУАП

guap.ru

Спасибо за внимание!