



*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт химии нефти Сибирского отделения
Российской академии наук (ИХН СО РАН)*

ДИСТАНЦИОННО-НАЗЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОСТПИРОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

Федоров Д.В., Алексеева М.Н., Русских И.В., Стрельникова Е.Б., Яценко И.Г.

*Двадцать первая международная конференция "СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ
ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА"
13-17 ноября 2023, Москва*



Актуальность данной работы заключается в изучении постпирогенных ландшафтов дистанционными и наземными методами. В лесных ландшафтах междуречья Томь-Обь и Хакасии проводили исследования постпирогенной динамики растительного покрова в течение двух лет с расчетами вегетационных индексов по космическим снимкам Landsat-8 и Sentinel.

- NDVI является показателем количества фотосинтетически активной биомассы и вычисляется по формуле:

$$NDVI = \frac{(P_{nir} - P_{red})}{(P_{nir} + P_{red})} \quad (1)$$

где P_{nir} ; P_{red} – пиксельные значения отражения в ближней инфракрасной (0,845–0,885 мкм) и красной (0,630–0,680 мкм) областях спектра.

- Одним из наиболее информативных показателей для спутникового мониторинга пожаров и их последствий является коротковолновый вегетационный индекс SWVI (Short Wave Vegetation Index), который отражает влагосодержание растительности в поверхностном слое, в том числе в листьях, и рассчитывается по формуле:

$$SWVI = \frac{(P_{nir} - P_{swir})}{(P_{nir} + P_{swir})} \quad (2)$$

где P_{nir} ; P_{red} – пиксельные значения отражения в ближней инфракрасной (0,845–0,885 мкм) и красной (0,630–0,680 мкм) областях спектра.

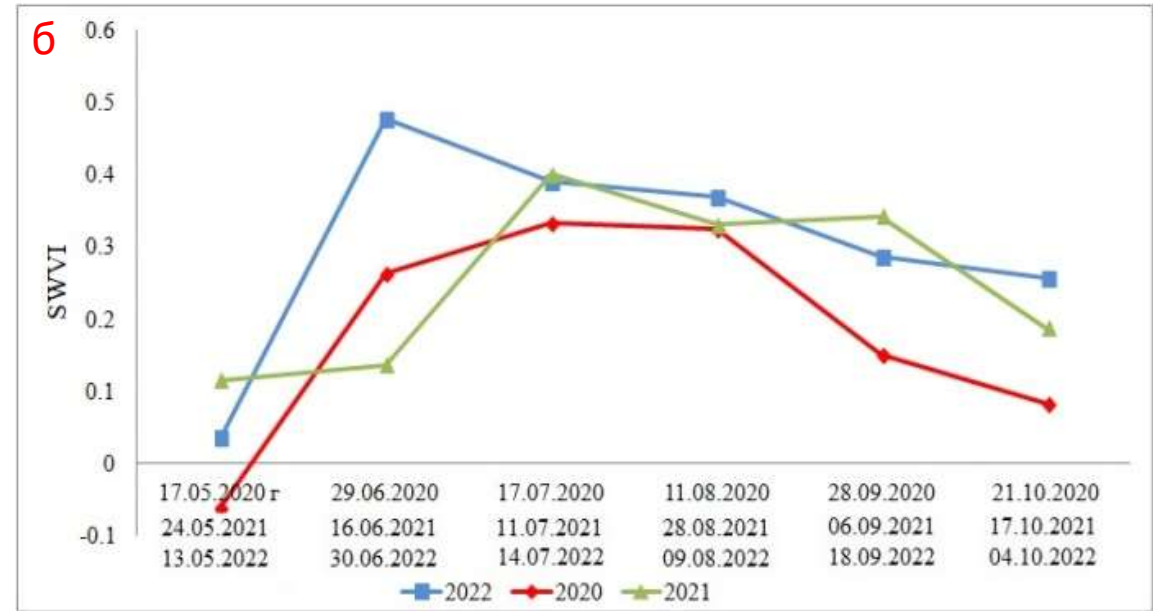
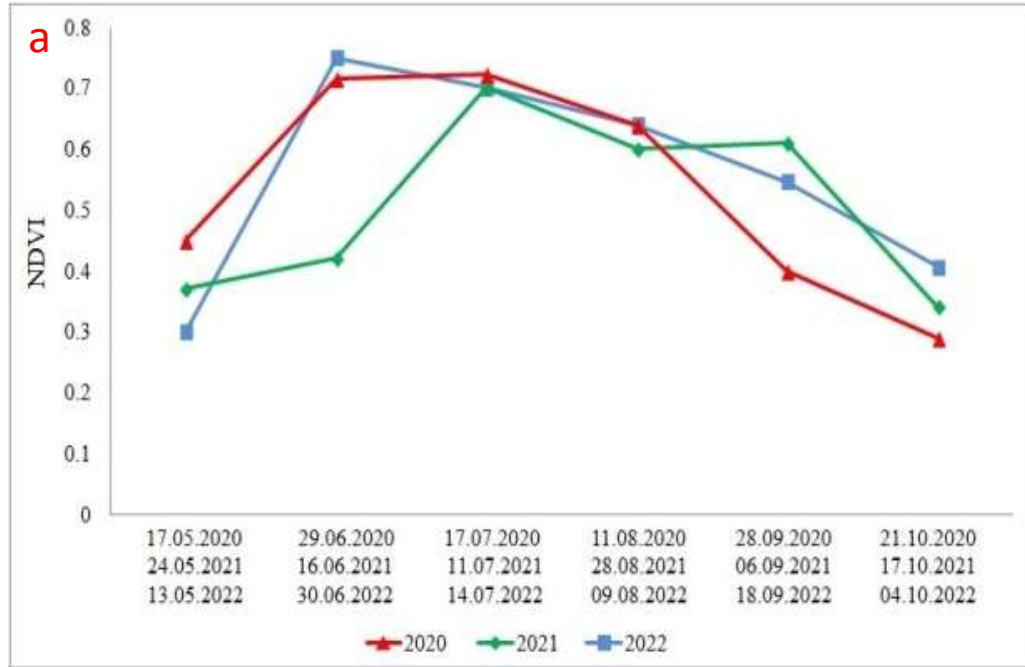
КОСМИЧЕСКИЕ СНИМКИ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ В ДАТЫ СЪЕМОК СПУТНИКОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ НА МЕТЕОСТАНЦИЯХ ТОМСК И БЕЯ

КС	ДАТА	Т (°С)	U (%)	КС	ДАТА	Т (°С)	U (%)
МЕТЕОСТАНЦИЯ ТОМСК				Landsat-8	08.07.2022	24,9	38
Landsat-8	12.04.2020	10,4	29	Landsat-8	14.07.2022	19,7	44
Sensinel-2	17.05.2020	22,0	47	Landsat-8	09.08.2022	24,2	57
Sensinel-2	29.06.2020	20,9	46	Landsat-8	18.09.2022	15,9	44
Landsat-8	17.07.2020	23,4	45	Landsat-8	04.10.2022	7,7	47
Landsat-8	11.08.2020	28,6	37				
Landsat-8	28.09.2020	12,0	59	МЕТЕОСТАНЦИЯ БЕЯ			
Landsat-8	21.10.2020	11,4	52	Landsat-8	25.05.2022	24,5	39
Landsat-8	24.05.2121	23,4	26	Landsat-8	11.06.2022	27,6	19
Sensinel-2	16.06.2121	28,5	34	Landsat-8	29.07.2022	24,6	33
Landsat-8	11.07.2121	26,3	33				
Landsat-8	28.08.2121	27,5	35	Landsat-8	06.08.2022	22,6	30
Landsat-8	06.09.2121	22	39	Landsat-8	13.08.2022	25,9	33
Landsat-8	17.10.2121	8,5	50	Landsat-8	07.09.2022	31,6	24
Landsat-8	13.05.2222	25,1	9	Landsat-8	16.10.2022	5	57
Landsat-8	30.06.2222	18,1	53				

*Примечание – Т – температура воздуха на высоте 2 метра над поверхностью Земли, °С;
U – относительная влажность на высоте 2 метра над поверхностью Земли, %.



ЗНАЧЕНИЯ NDVI (а) И SWVI (б) НА ФОНОВОМ УЧАСТКЕ ОБЬ-ТОМСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ



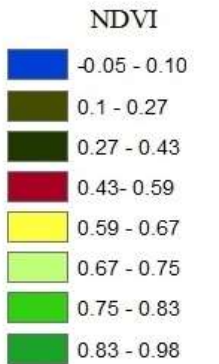
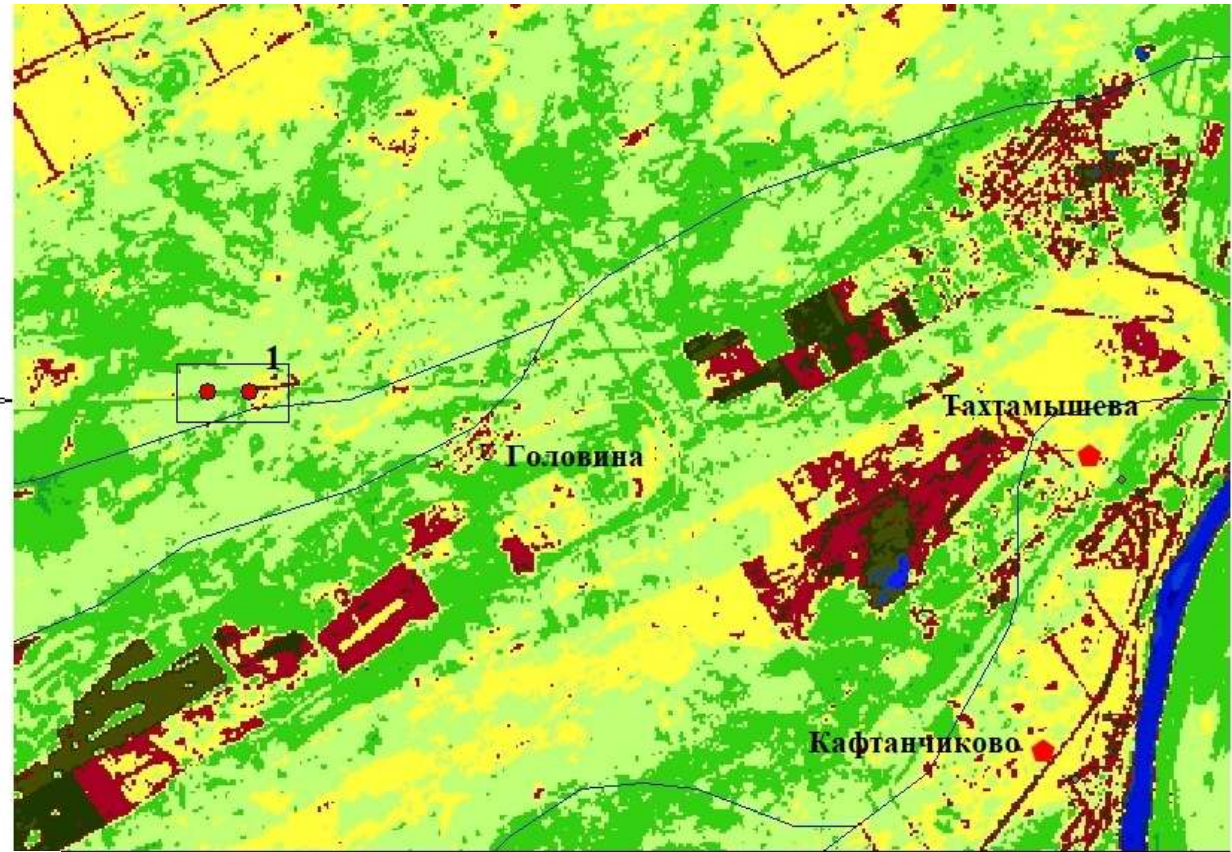
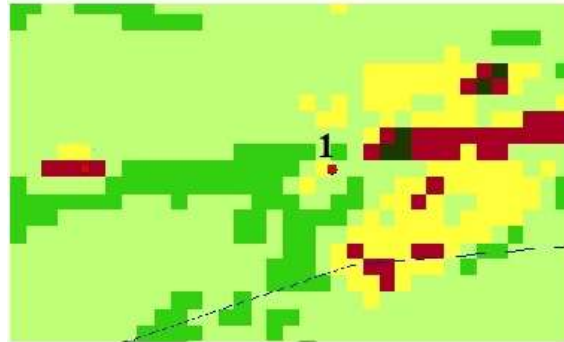
Значения NDVI в середине июля (15.07 ± 3 дня) в течение трех лет (2020–2022 гг.) одинаковы и составляют 0,7. Наиболее высокие значения NDVI (0,72 и 0,75) установлены в конце июля (29.06.2020 г. и 30.06.2022 г.). На дату съемки 16.06.2021 г. значение индекса NDVI (0,42) рассчитано по КС Sentinel-2 и соответствует росту травяного покрова в условиях невысокой температуры воздуха. Осенью на даты 06.09.2021 г. и 18.09.2021 г. значения NDVI равны 0,61 и 0,55. На дату 28.09.2020 г. NDVI равен 0,4. Соответственно метеорологические параметры средних за неделю значений температуры и влажности составляют: с 22.09.2020 г. по 28.09.2020 г. – $T=8$ °С, $U=76,7$ %; с 31.08.2021 г. по 06.09.2021 г. – $T=12,4$ °С, $U=68,8$ %; с 12.09.2022 г. по 18.09.2022 г. – $T=8$ °С, $U=80,7$ %. Наибольшее значение индекса SWVI (0,47) установлено по КС Landsat-8 30.06.2022 г.



Кустарничково-разнотравный фитоценоз на фоновом участке Обь-Томского междуречья (фото от 31.07.2022 г.)



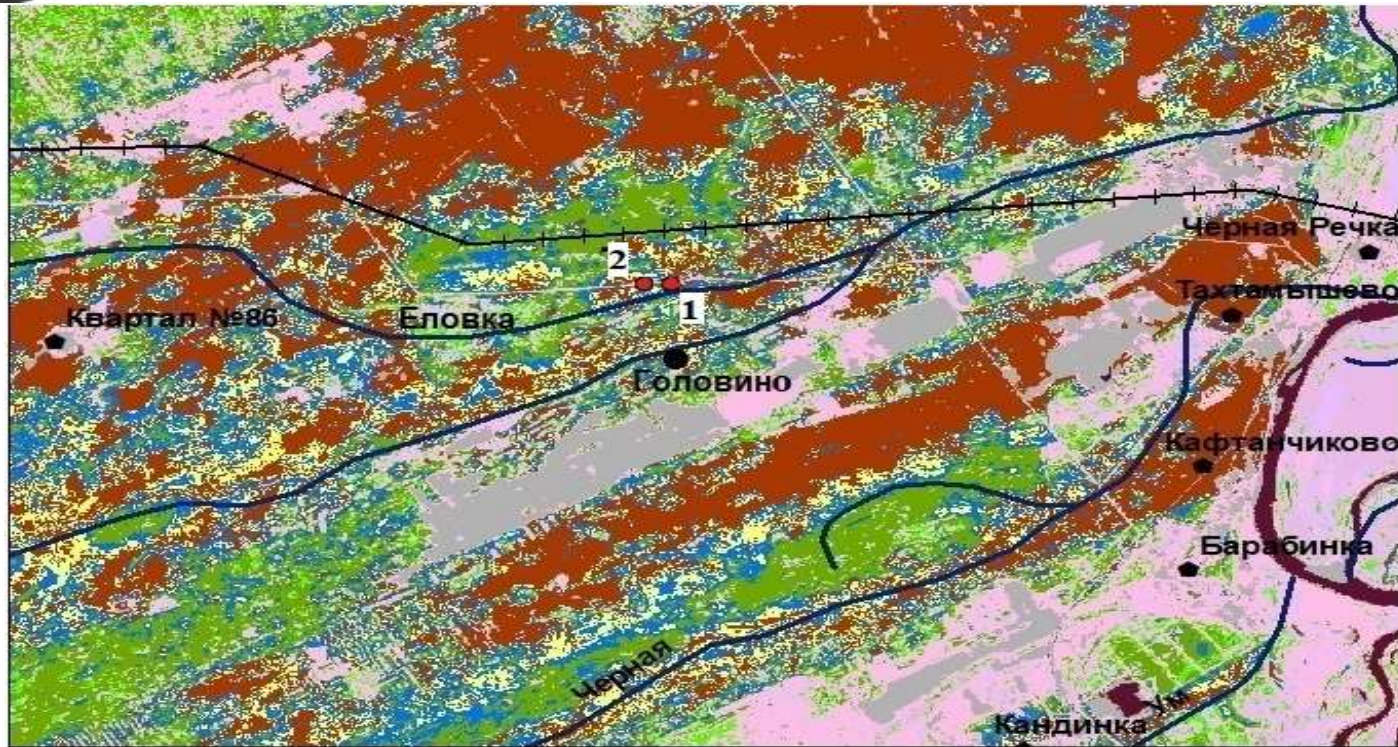
КАРТА NDVI УЧАСТКА ОБЬ -ТОМСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ



Карта построена по КС Landsat-8 17.07.2020 г.

Панорама участка Обь-Томского междуречья
(фото от 31.07.2022 г.)

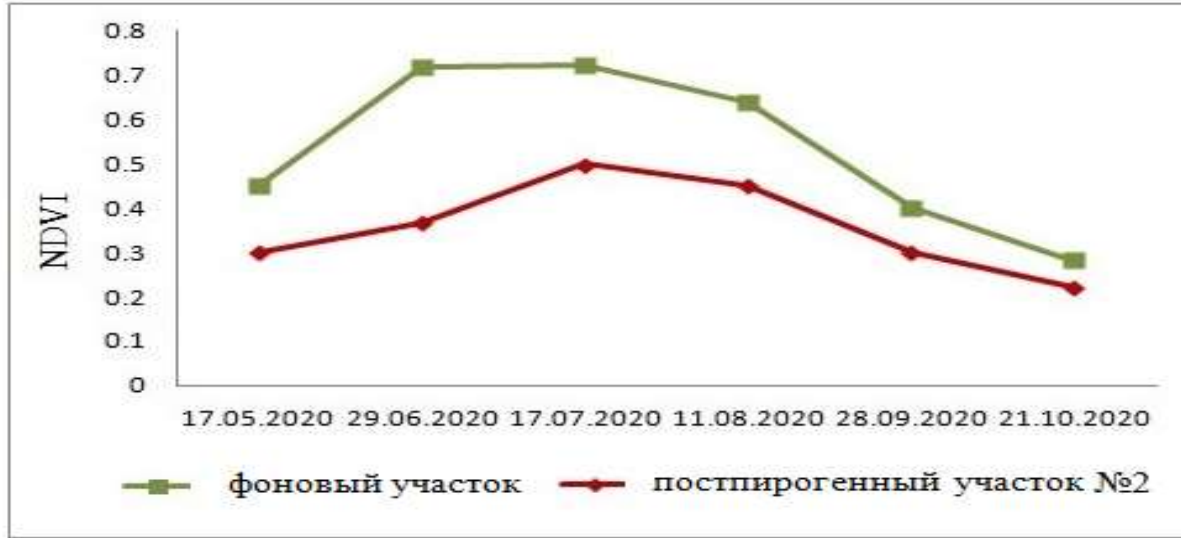
КАРТА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА УЧАСТКА ОБЬ –ТОМСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ



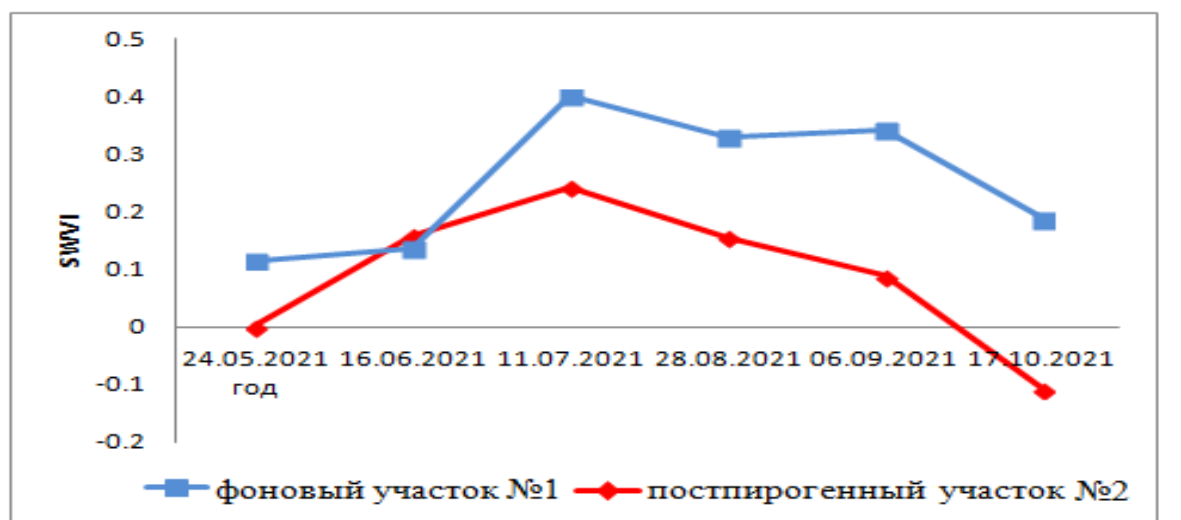
- мелколиственный лес
- светлохвойный лес
- светлохвойно-мелколиственный
- травяные фитоценозы
- болото травяно-моховое
- болото древесно-травяно-моховое
- травяно-кустарничковая растительность пойм
- вода
- постройки, населенные пункты
- газопровод
- площадки с наземными исследованиями

1 – фоновый участок; 2 – постпирогенный участок

Карта построена в результате дешифрирования КС Landsat-8 от 17.07.2020 г.:

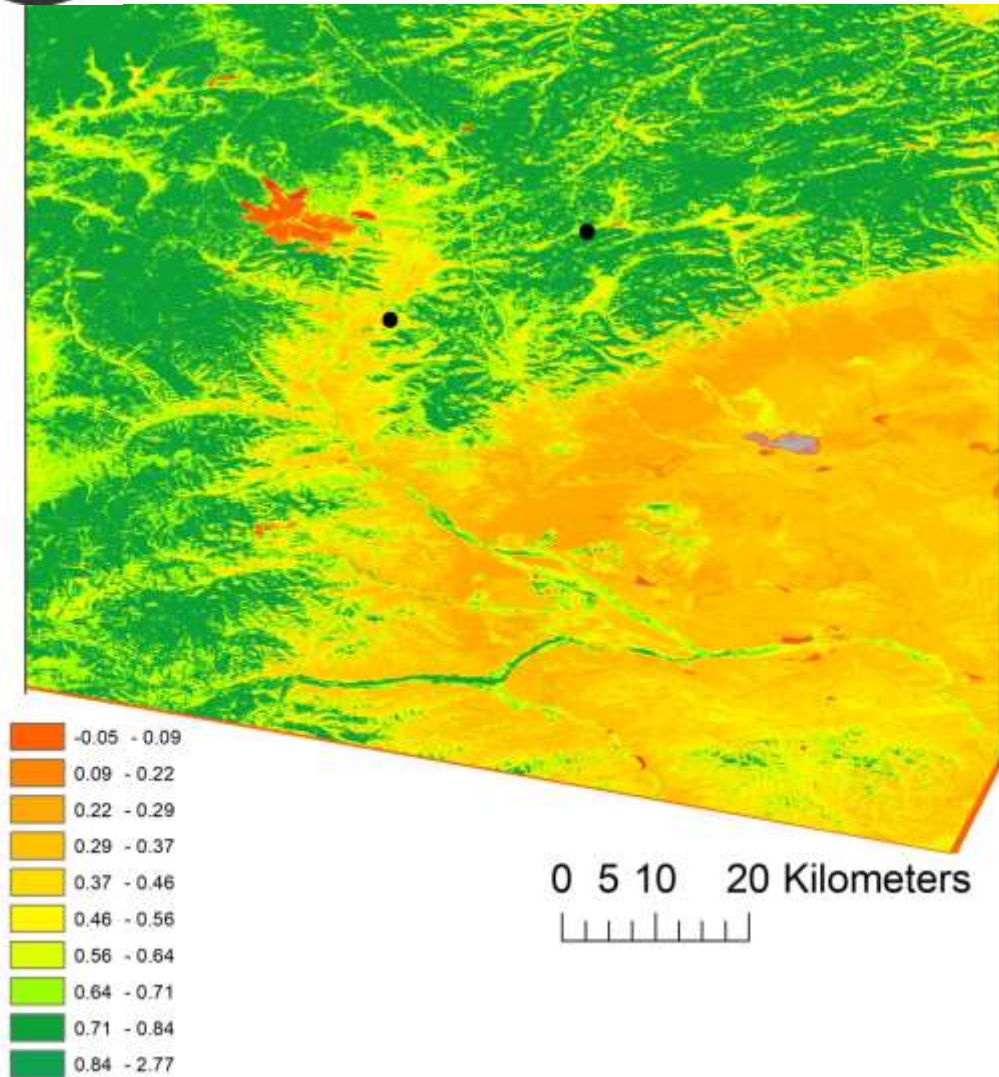
а**б**

а - NDVI, б - SWVI. Графики построены по КС 2020 г.

а**б**

а – NDVI, б – SWVI. Графики построены по КС 2021 г.

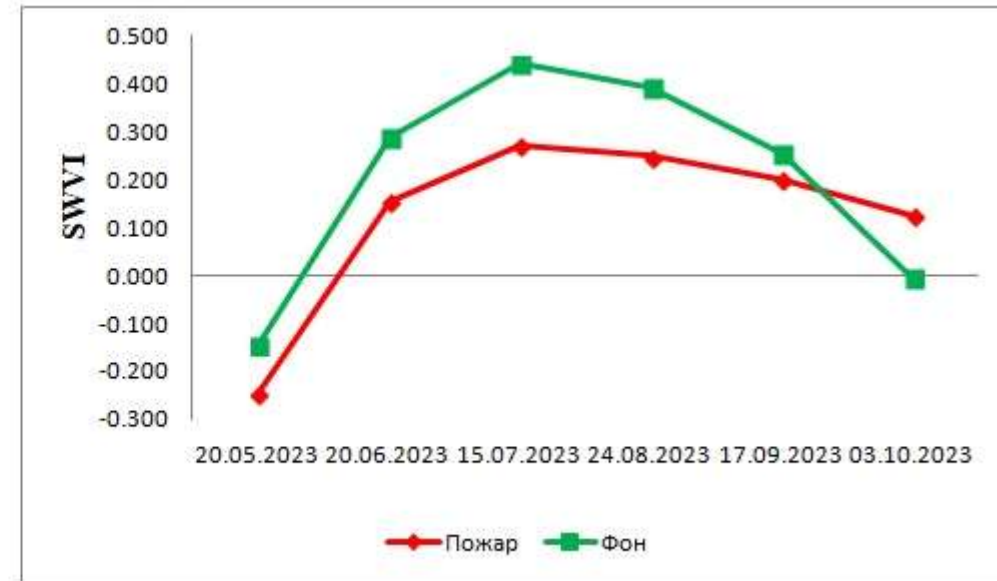
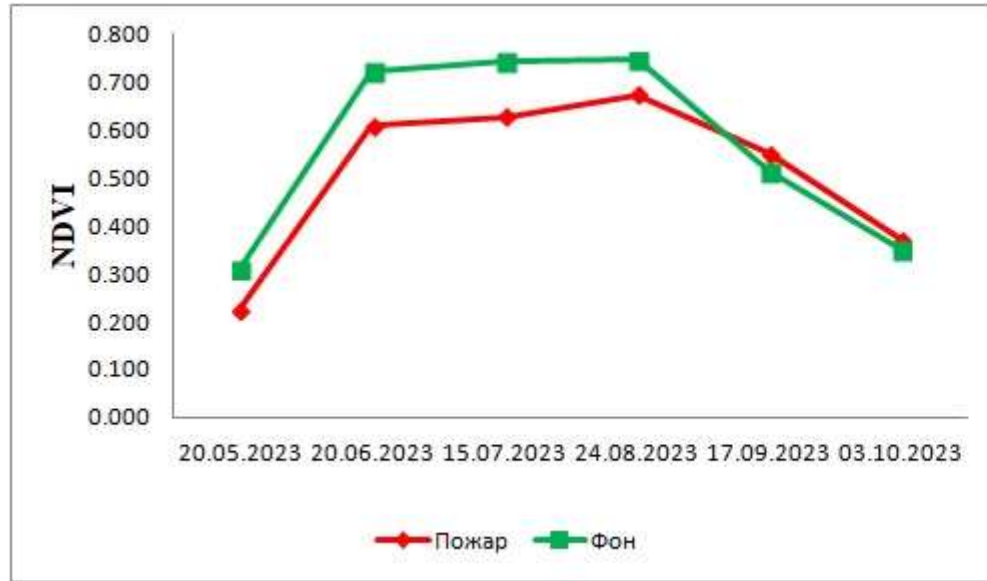
КАРТА NDVI УЧАСТКОВ В ХАКАСИИ



Панорамы участков в Хакасии (фотографии от 19.07.2023)



ЗНАЧЕНИЯ NDVI И SWVI НА ПОСТПИРОГЕННОМ И ФОНОВОМ УЧАСТКАХ В ХАКАСИИ



В районе пожара, произошедшего в мае 2023 г. в Хакасии, наблюдается густой травяной покров в августе, значения NDVI на даты 20.05, 05.06, 15.07, 24.08, 17.09 в 2023 г. составляют 0,22, 0,42, 0,62, 0,67, 0,55, 0,37. Значения NDVI и SWVI за лето 2023 г. на постпирогенном участке меньше на 0,02–0,1 и на 0,02–0,2, чем на фоновом участке. В Хакасии в подтаежном ландшафте древесный полог разрежен и поэтому наблюдается быстрый прирост фитомассы травяного покрова.



Заключение



В целом, значения вегетационного индекса NDVI показывают прирост фитомассы травяного покрова на постпирогенном участке в 2022 гг. Значения индекса SWVI через 3 года после пожара меньше по сравнению с фоновыми участками, что подтверждается возобновлением растительности – с сосново-кустарничкового леса на травяной покров.

Небольшие изменения в составе n-алканов в листьях рябины зафиксированы в образце с пожарного участка, отобранном через 3 месяца после пожара. Состав n-алканов рябины на постпирогенном участке через год после пожара восстановился.

Таким образом, использованные в работе методы взаимно дополняют друг друга и позволяют выявить особенности сукцессионной динамики растительности на постпирогенных ландшафтах.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИХН СО РАН (НИОКТР 121031500046-7), финансируемого Министерством науки и высшего образования Российской Федерации.

Список используемой литературы и источников

- 1) Greenpeace посчитал площадь ландшафтных пожаров в России за 2020 год // Коммерсантъ. [Б.м.], 2021. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4761898> (дата обращения: 3.08.2023).
- 2) В Greenpeace назвали 2021 год самым катастрофическим для лесов России // РБК. [Б.м.], 2021. URL: <https://www.rbc.ru/society/19/09/2021/61470ed89a79471e522f66d9> (дата обращения: 3.08.2023).
- 3) Полехин П.В., Чебуханов М.А., Козлов А.А., Фирсов А.Г., Сибирко В.И., Гончаренко В.С., Чечетина Т.А. Пожары и пожарная безопасность в 2020 году: статистический сборник. М.: ВНИИПО, 2021. 112. URL: <https://mchs.fun/statistika-pozharov-za-2020-god-statisticheskij-sbornik-pozhary-i-pozharnaya-bezopasnost-v-2020-godu-pod-obshhej-redakc-ziej-gordienko-d-m-m-vniipo-2021/> (дата обращения: 1.08.2023).