

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЛАНДШАФТНО- МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПОЖАРЫ РАСТИТЕЛЬНОСТИ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА В 2020 Г. НА ОСНОВЕ GEE

Куулар Х.Б.¹, Чульдум А.Ф.¹, Ондар Э.-Н.Р.²

¹ Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН

² Российская академия народного хозяйства и государственной службы

Данные и методы исследования

Copernicus DEM GLO-30 — цифровая модель поверхности пространственным разрешением 30 м;
ERA5-Land Hourly - ECMWF Climate Reanalysis на платформе GEE (Google Earth Engine) — коллекция климата представляет собой глобальный ежемесячный набор данных с пространственным разрешением ~ 9 км, содержащая характеристики погоды;
ESA/CCI/FireCCI5.1 (European Space Agency (ESA) Climate Change Initiative (CCI) Programme, Fire ECV) — коллекция с глобальным ежемесячным набором данных с пространственным разрешением ~ 250 м, содержащая характеристики пожаров растительности.

Обработка, пространственный анализ и визуализация результатов выполнены на платформе Google Earth Engine (GEE) и Excel.

Актуальность:

В Сибири наблюдается увеличение частоты возникновения пожаров и продолжительности пожароопасного сезона в последние десятилетия [Волокитина и др., 2023; Ponomarev et al, 2022 и др.].

Цель работы

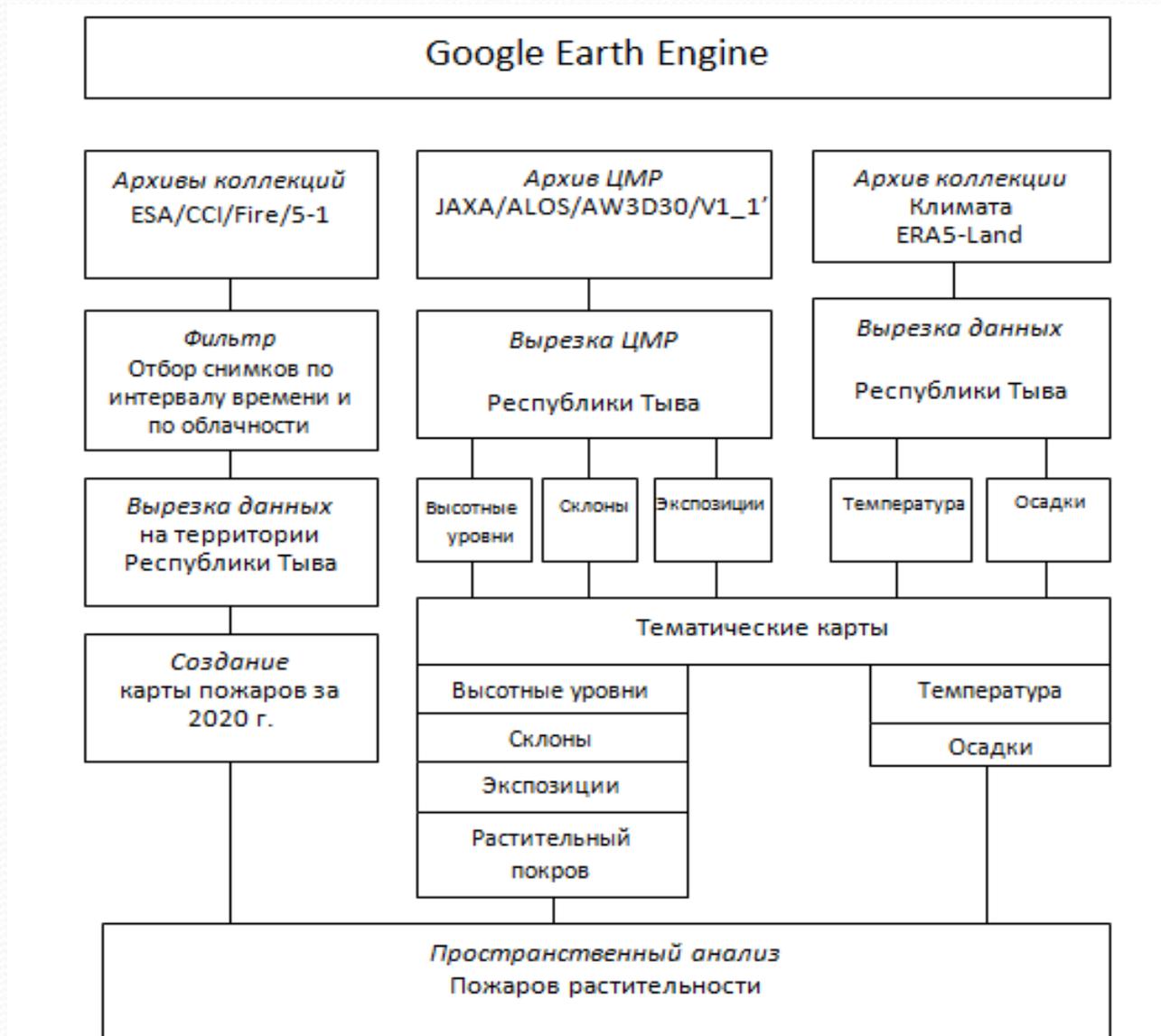
Оценка площади пожаров растительности
республики в зависимости от ландшафтно-
метеорологических факторов в 2020 г. на основе
платформы Google Earth Engine.

Метеорологические условия 2020 г.

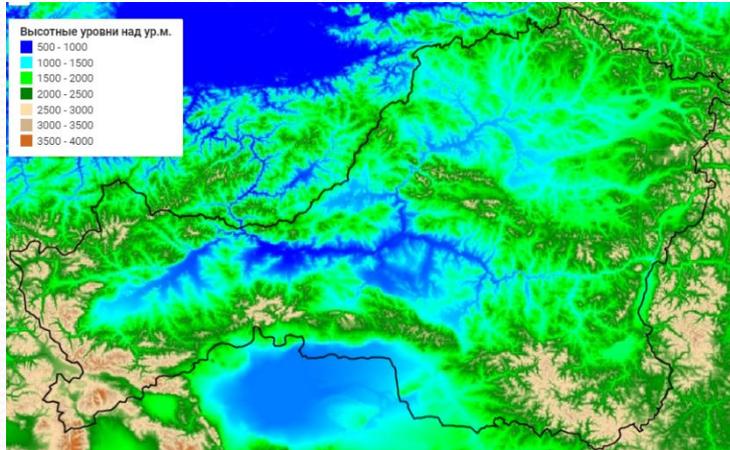
Показатели	Весна	Лето	Осень
Аномалия температуры, °С	1,5	0,6	0,9
Относительная влажность, %	47,9	64,4	65,7
Аномалия среднегодовой температуры, °С	2,8		

На территории республики скорость роста среднегодовой температуры в 1961–2020 гг. составила +0,5°C/10 лет, в теплый период года (с апреля по октябрь) составила +0,4°C/10 лет.

Схема обработки данных

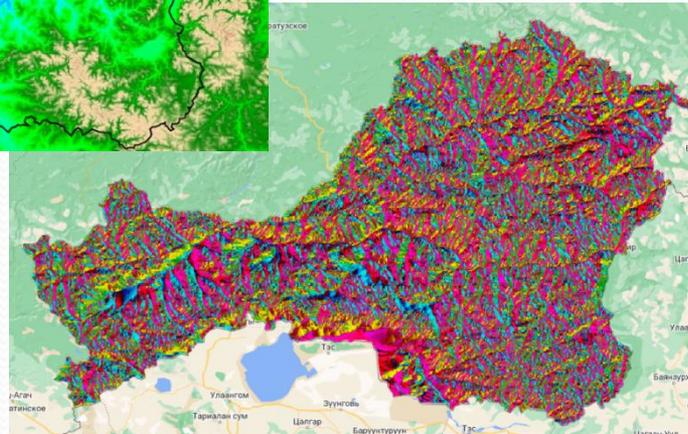


Производные карты ЦМП

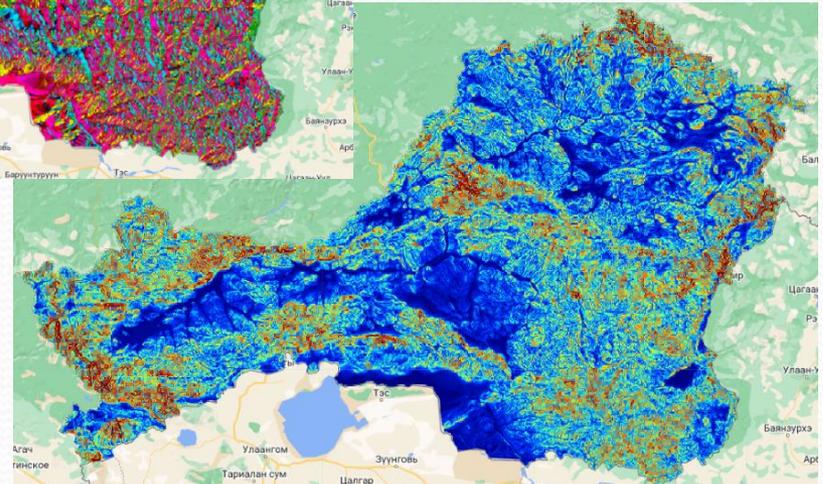


Карта высотных уровней

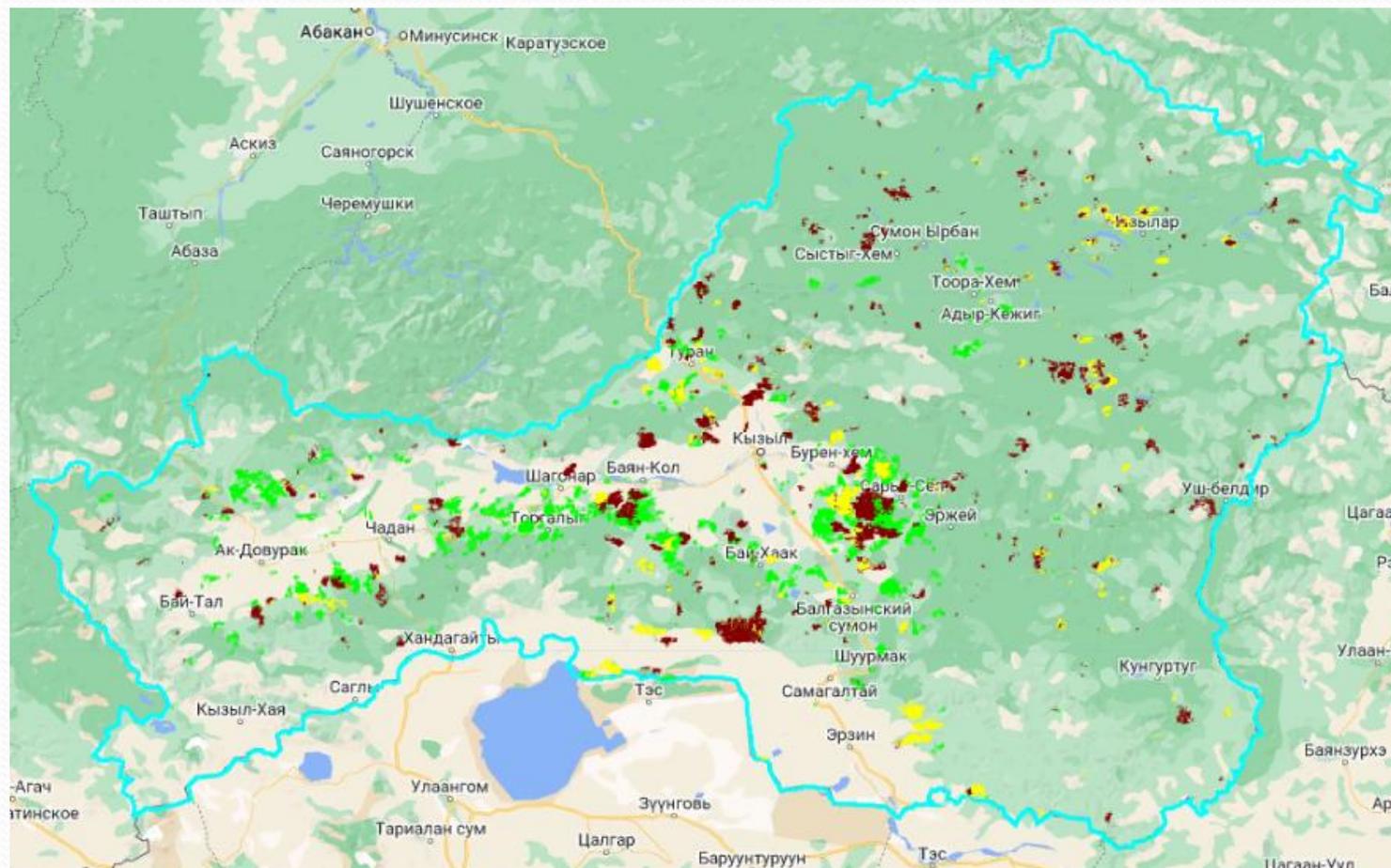
Карта экспозиций



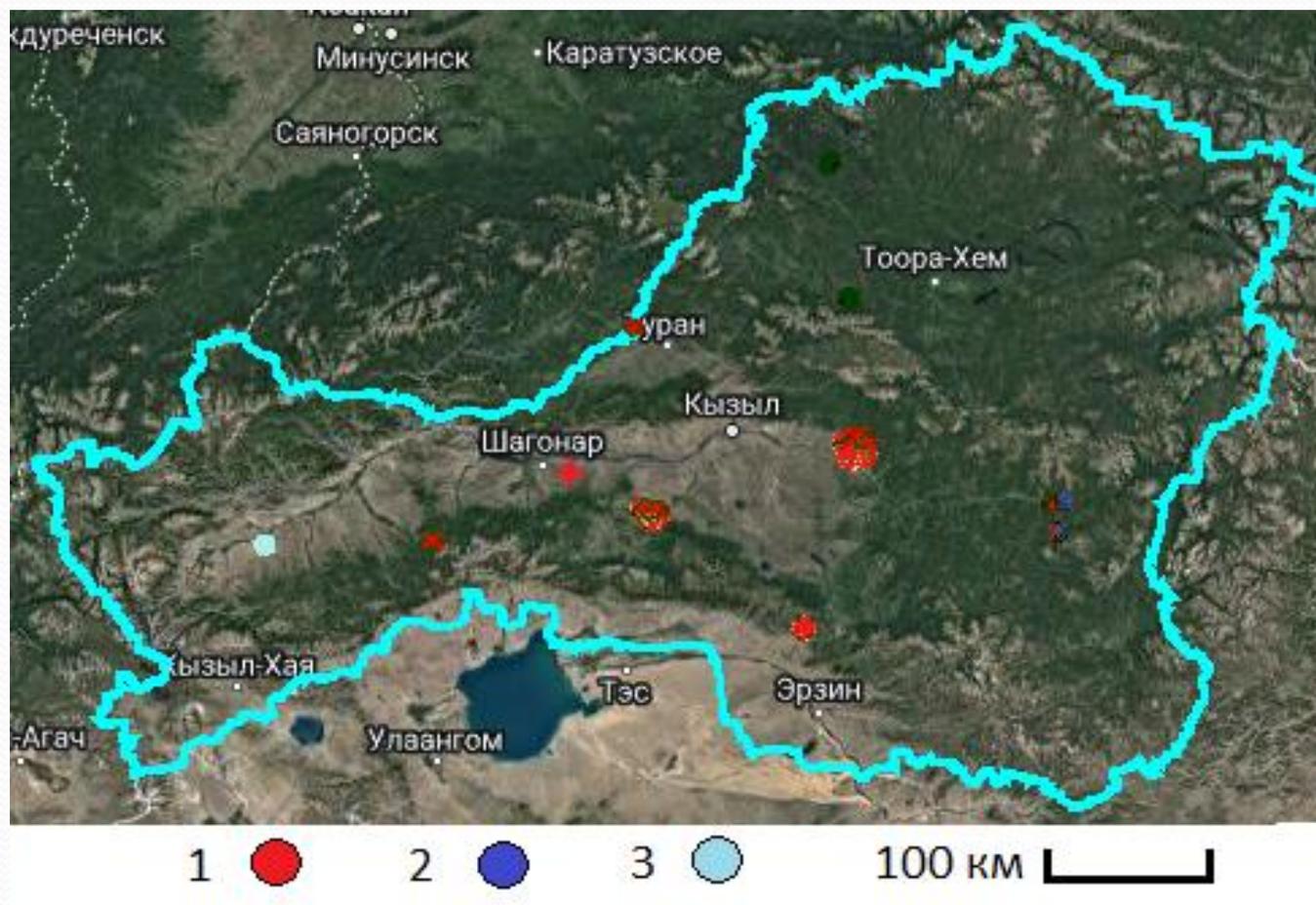
Карта склонов



Пространственное распределение пожаров растительности за 2010-2022 гг.

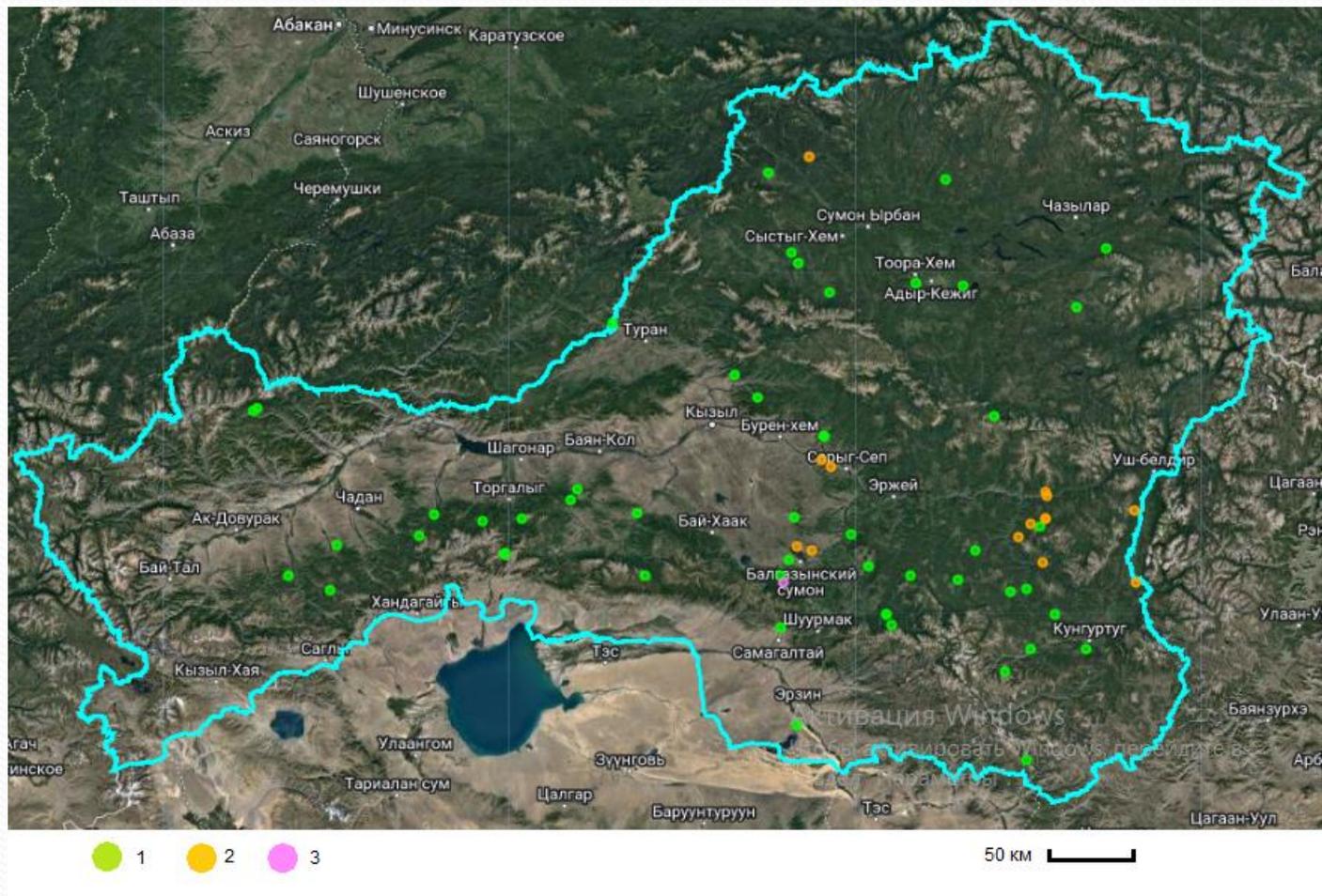


Распределение пожаров растительности по космоснимкам за 2020 г.



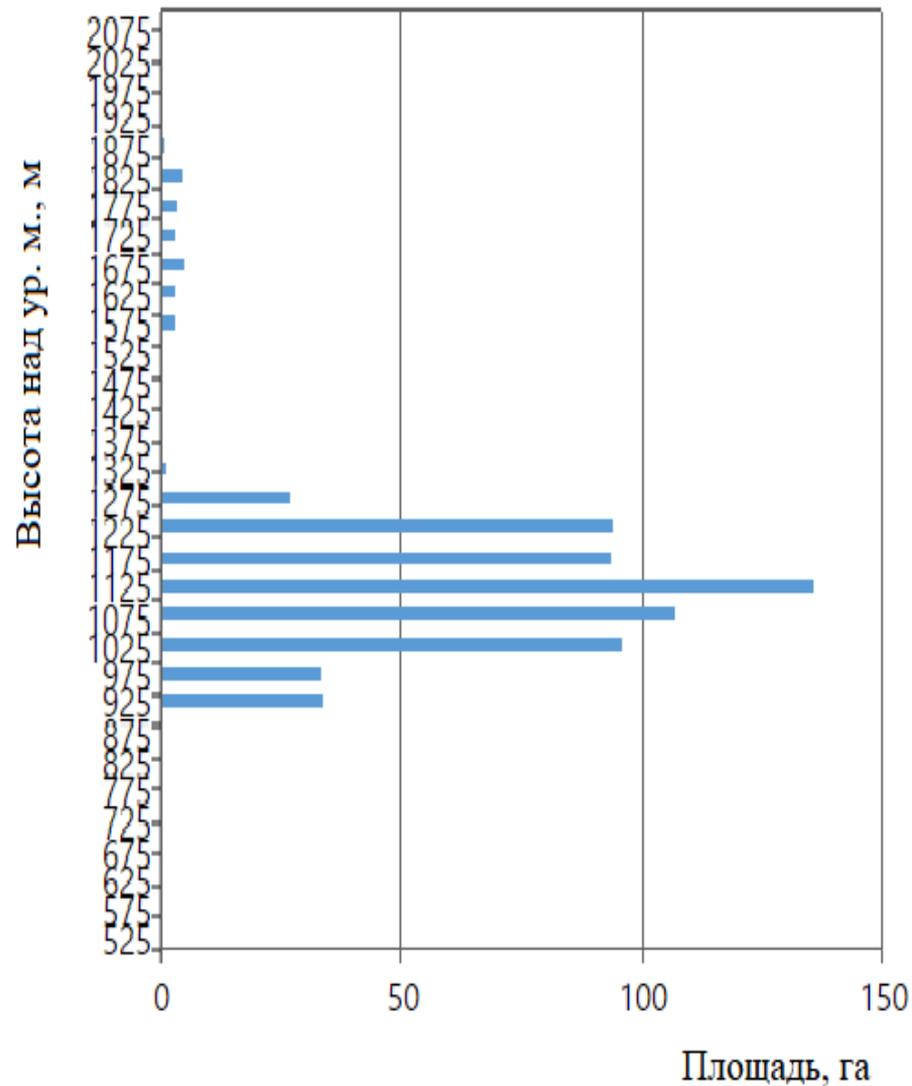
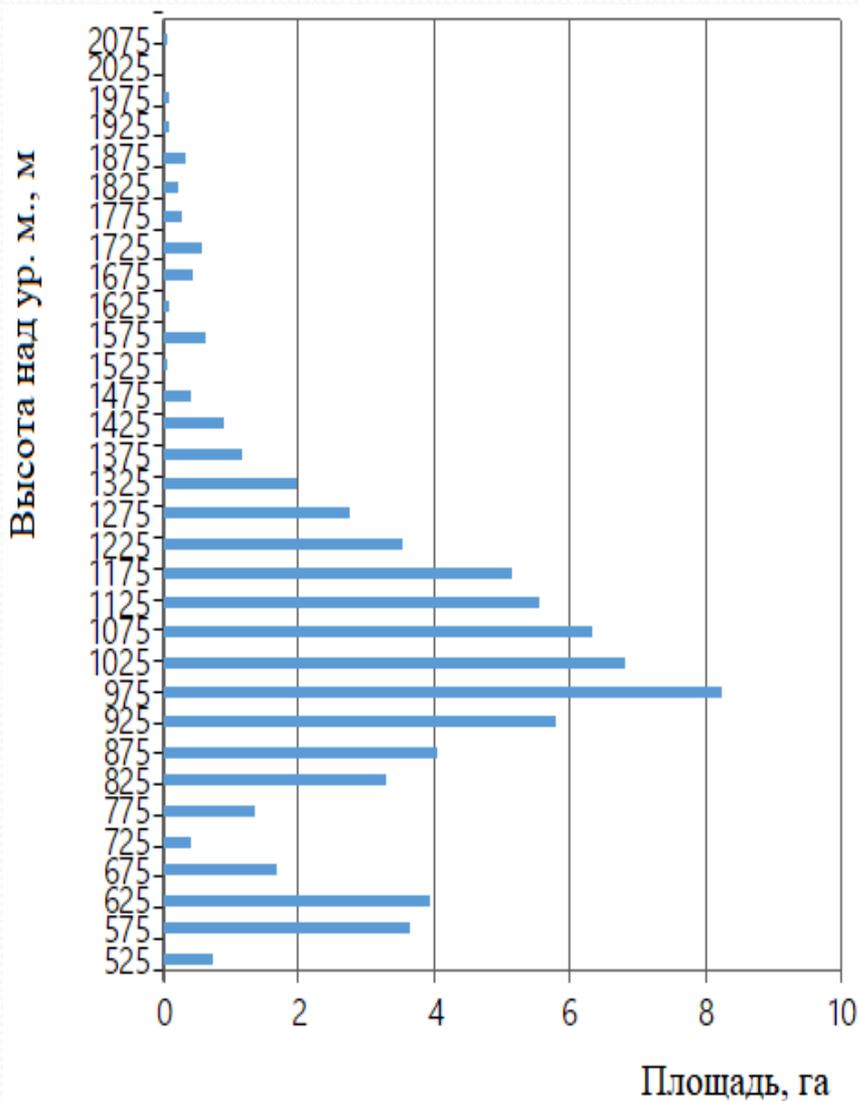
1 – весенние, 2 – летние, 3 – осенние пожары

Распределение пожаров растительности за 2020 г. по наземным данным



1 – весенние, 2 – летние, 3 – осенние пожары
Площадь пожаров 39239,6 га

Распределение площади весенних (а) и летних (б) пожаров растительности по высотным уровням



Площади пожаров по высотным уровням (га)

№	Высота над ур. м	Весна	Лето	Осень
1	500-600	1337,6	-	-
2	600-700	1949,0	-	-
3	700-800	612,9	-	-
4	800-900	2326,5	-	60,4
5	900-1000	4607,4	33,8	-
6	1000-1100	4457,9	128,8	-
7	1100-1200	3381,9	242,6	-
8	1200-1300	2327,7	187,6	-
9	1300-1400	1086,6	27,4	-
10	1400-1500	318,4	5,5	-
11	1500-1600	171,9	7,3	-
12	1600-1700	223,9	7,5	-
13	1700-1800	242,9	0,6	-
14	1800-1900	172,8	-	-
15	1900-2000	89,0	-	-
16	2000-2100	6,7	-	-
17	Итого	23313,1	641,1	60,4

Анализ данных приуроченности площадей пожаров весной показывает, что наибольшая площадь возгораний зафиксирована на высоте 975 м над ур. моря, летом -- 1250 м над ур. м, где в основном преобладают степи.

Площади весенних пожаров с средней температурой имеет положительную корреляцию ($r=0,643$, $t_{набл}=3,025 > t_{крит}=2,533$, при уровне значимости 0,05).

Температура воздуха (°C) высотных уровней пожароопасного периода

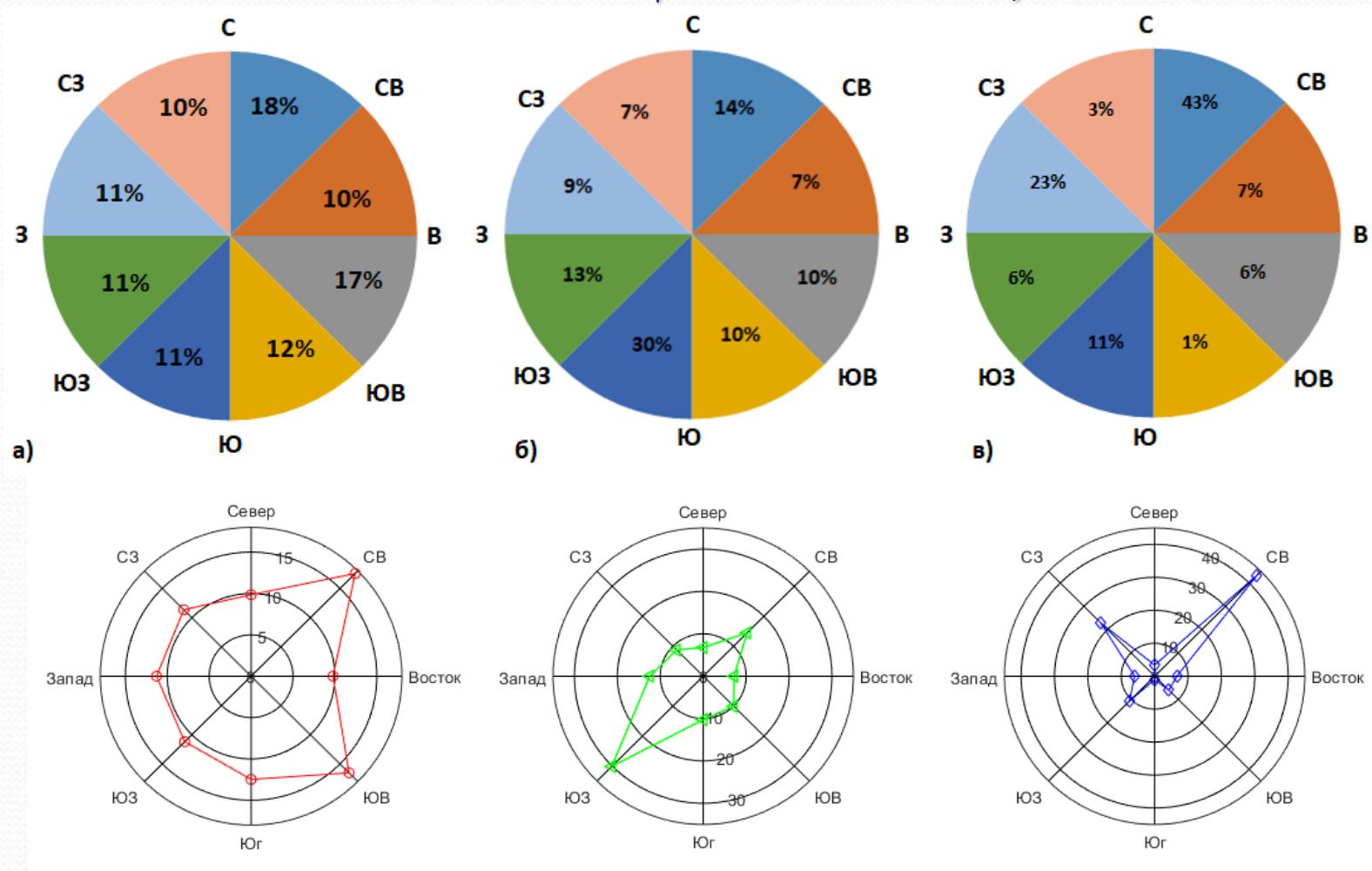
Высота , м н.ур.м.	Тср.	Тмакс.	Тмин
500-600	14,7	22,2	6,0
600-700	14,0	21,7	5,4
700-800	13,5	20,9	4,4
800-900	13,5	20,9	4,4
900-1000	16,1	21,9	9,4
1000-1100	16,9	22,7	11,3
1100-1200	17,1	22,8	11,6
1200-1300	16,7	22,5	11,4
1300-1400	13,0	19,4	5,0
1400-1500	9,2	14,5	0,8
1500-1600	15,2	22,0	7,1
1600-1700	14,2	20,9	6,6
1700-1800	14,4	21,8	5,3
1800-1900	14,2	21,5	5,3
1900-2000	10,0	15,7	4,2

Распределение площади пожаров по склонам

№	Склоны, градусы	Весна	Лето	Осень
1	0-5	263,0	0,7	11,9
2	6-10	4708,1	42,4	48,4
3	11- 15	5305,5	157,6	60,4
4	16-20	5852,9	128,1	-
5	21-25	3748,9	136,7	-
6	26-30	1998,0	83,3	-
7	31-35	954,7	42,3	-
8	36-40	387,5	23,3	-
9	41-45	84,1	16,7	-
10	46-50	9,2	7,7	-
11	51-55	0,7	1,3	-
12	56-60	0,2	0,7	-
13	61-65	23312,6	0,2	-
14	66-70	-	0,2	-

Больше всего нарушена растительность склонов от 6 до 25 градусов весной (19615,4 га)

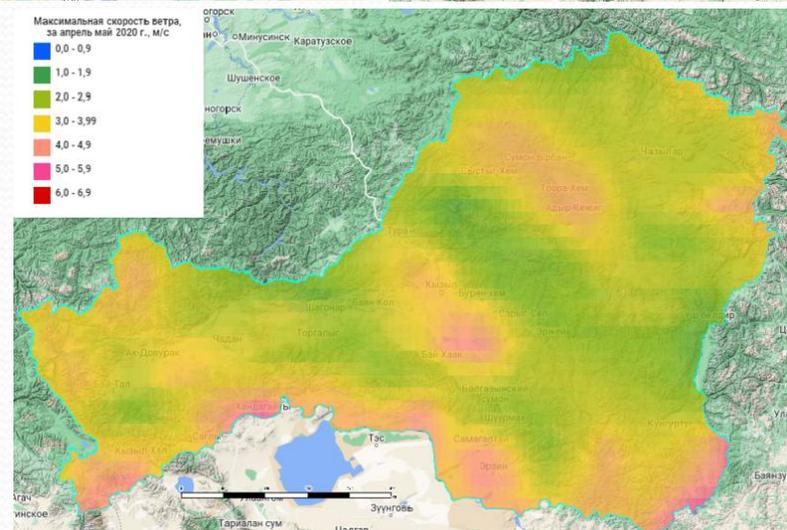
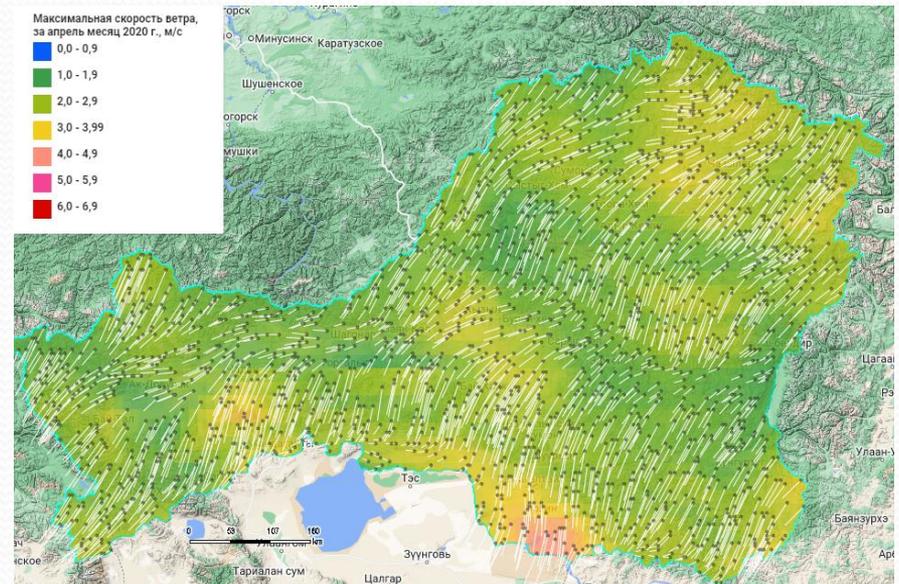
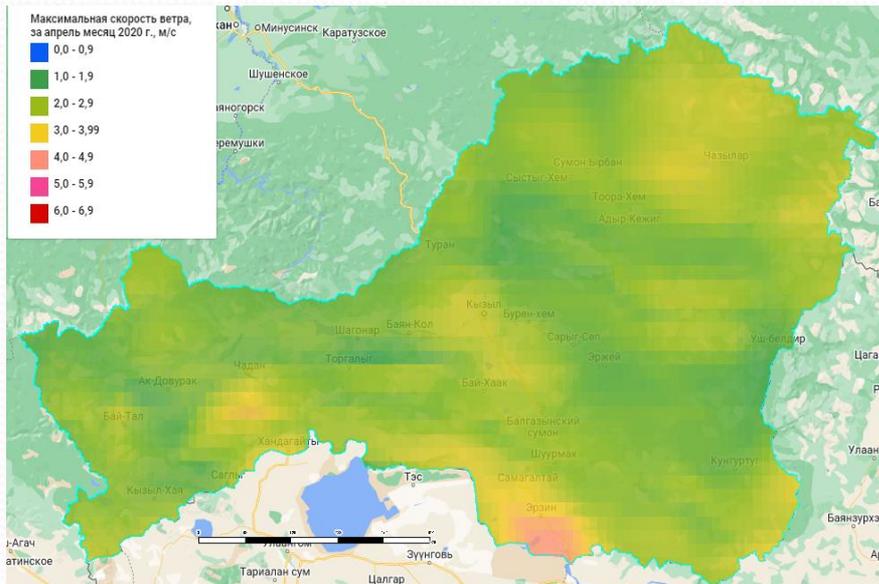
Распределение площади пожаров растительности по экспозициям склонов, %



а) весенние пожары, б) летние пожары, в) осенние пожары

Максимальные очаги пожаров летом обнаружены на южных экспозициях, весной и осенью – на северных, восточных склонах экспозиции.

Карта распределения максимальной скорости ветра на основе данных коллекции ERA5-LandHourly



Площади пожаров по типам растительного покрова

№	Растительный покров	Площадь, га
1	Пашни	1480,1
2	Пашни / древесно-кустарниковый, травянистый покров	1604,3
3	Древесно-кустарниковый, травянистый покров / пашни	1790,7
4	Лиственные леса	196,2
5	Темнохвойные леса	124,8
6	Смешанные леса (лиственные, хвойные)	12110,3
7	Редколесья и кустарники / травянистый покров	832,2
8	Травянистый покров / редколесья	115,0
9	Кустарники	12,2
10	Пастбища	4583,3
11	Редколесье	463,9

Заключение

Аномалия среднегодовой температуры воздуха составила $+2,8^{\circ}\text{C}$, весенний период $+1,5^{\circ}\text{C}$ при относительной влажности весны 47,9 %. Общая площадь пожаров растительности составила 23,31 тыс. га, из них лесная площадь 12,4 тыс. га. Пожарный максимум (весна) отличается наибольшей площадью 6,1 тыс. га., пройденной лесными пожарами. Выполнен детальный анализ возникновения и развития пожаров растительности по высотным уровням и экспозициям склонов. При наложении элементов рельефа с картами пожаров растительности обнаружено, что большая часть весенних пожаров расположена на северо-восточном склоне (18%), летние – на южных склонах (63 %). Пожарный максимум приходится на 900-1200 м. над ур.м., на склоны 6-25 гр., весной на СВ экспозицию. Коэффициент парной корреляции распределения площадей пожаров по высотным уровням со средней температурой пожароопасного периода составил 0,643. На основе полученных результатов можно прогнозировать наиболее уязвимые участки склонов. Полученный результат может оказаться полезным по охране лесов и проведению профилактических работ от пожаров.