

Perm Summer School 2024

Past, Present and Future Precipitation in the Ural:
Insights from Models and Observations

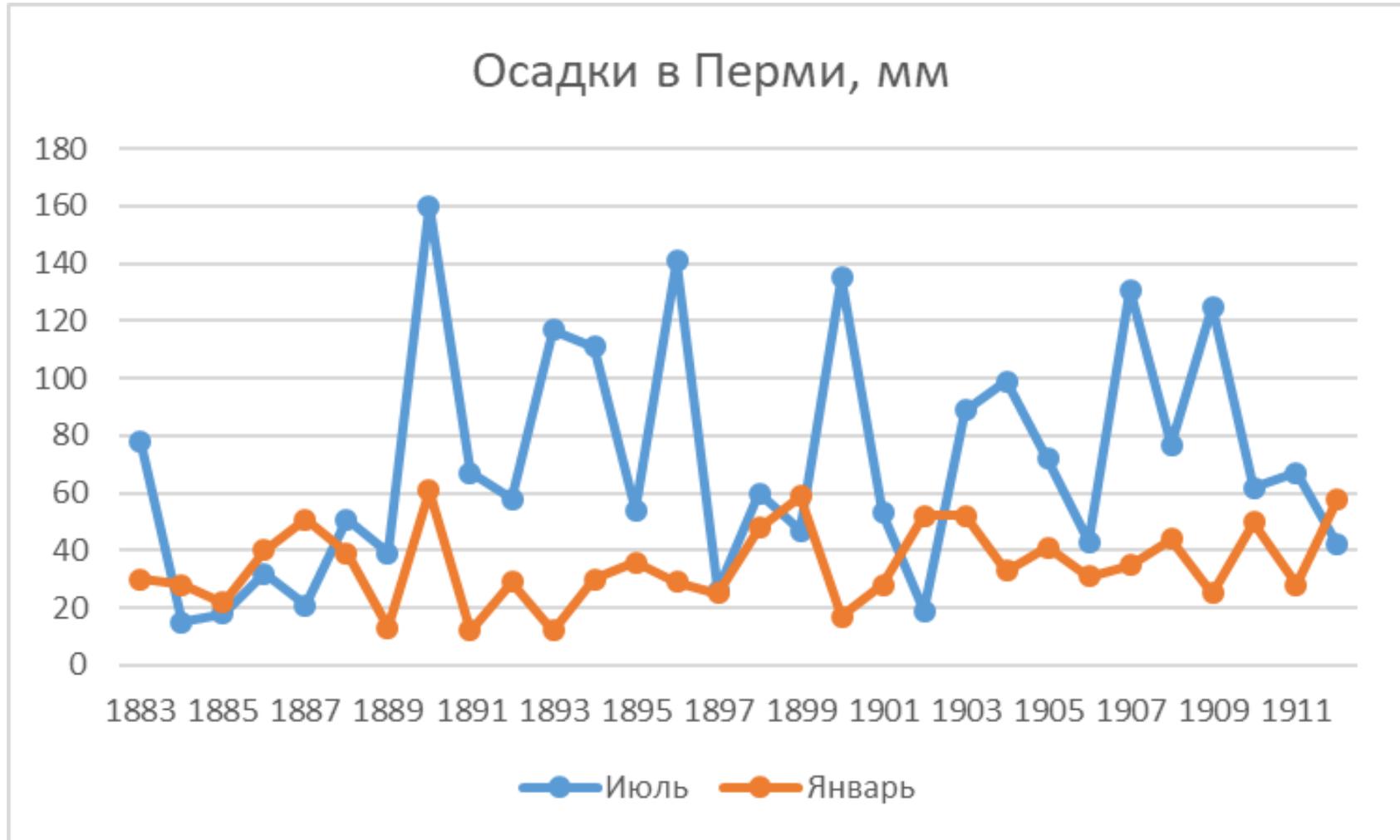
Докладчик: доцент кафедры
метеорологии и охраны атмосферы
ПГНИУ Ветров Андрей Леонидович

Команда:
профессор ПГНИУ А.Н.Шихов,
доцент ПГНИУ В.А.Шкляев
доцент МГУ П.И.Константинов

Месячное и годовое количество осадков (1993–2022), мм

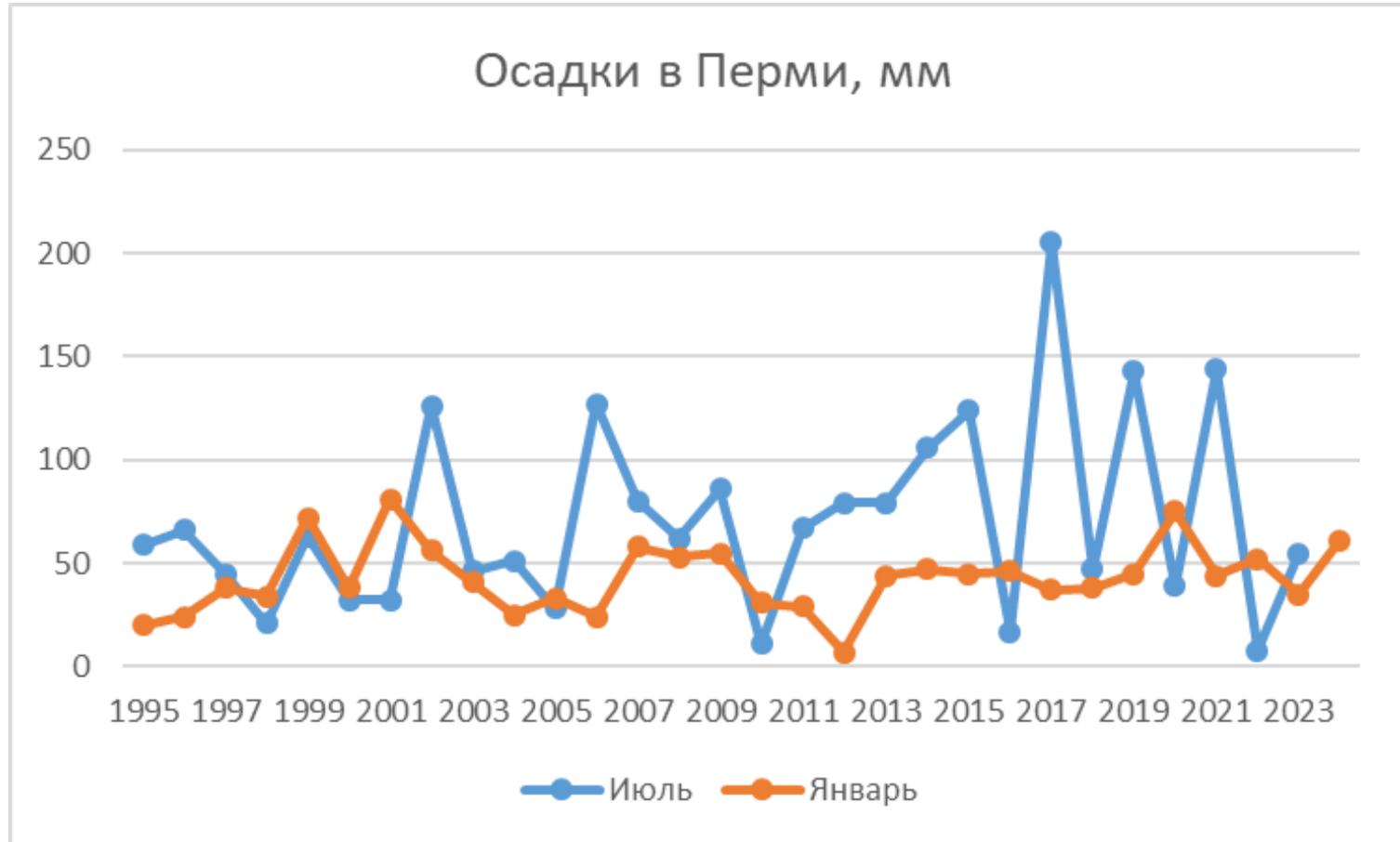
Станция	Месяц												XI–III	IV–X	год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Ныроб	43	33	36	43	61	86	81	75	67	72	58	50	220	485	705
Чердынь	64	45	49	49	63	84	80	82	71	80	72	67	297	509	806
Гайны	40	29	38	39	58	83	79	76	62	62	51	42	201	459	660
Коса	47	32	37	38	57	85	68	68	59	61	54	51	221	437	656
Кочёво	46	32	39	42	58	81	81	72	62	61	55	51	223	456	679
Березники	45	33	36	40	62	85	78	75	75	68	58	48	219	484	704
Кудымкар	42	28	34	35	47	80	81	66	57	52	50	44	198	418	598
Чёрмоз	40	29	28	35	56	71	78	71	61	52	47	43	187	424	613
Добрянка	43	31	34	37	56	86	83	73	70	58	51	46	205	462	667
Бисер	56	45	53	51	68	100	93	92	83	80	68	61	282	569	851
Верецагино	40	29	32	35	43	66	76	57	58	50	49	42	191	387	577
Лысьва	47	39	37	38	55	87	75	76	67	58	54	51	228	456	684
Пермь	43	33	32	36	56	90	77	77	63	61	57	50	215	461	676
Кын	34	26	28	38	51	88	87	78	58	50	42	36	166	449	615
Б.Соснова	42	31	32	36	48	72	70	54	57	55	49	46	201	393	587
Оханск	40	31	30	31	47	69	75	60	57	51	45	44	189	390	579
Кунгур	31	26	25	33	47	79	72	70	56	51	43	37	162	408	570
Оса	42	32	25	28	44	60	53	52	49	48	46	45	190	333	523
Ножовка	37	30	26	32	47	65	62	62	55	55	46	40	180	377	559
Чайковский	42	34	35	33	45	65	64	64	56	56	51	45	207	383	586
Чернушка	37	29	30	30	46	75	70	60	55	60	50	40	186	396	582
Октябрьский	50	43	43	43	58	88	84	74	68	81	70	58	264	497	763

Изменчивость осадков 1883-1912



Нормы суммы осадков
Июль 77,5 мм
Январь 36,3 мм

Изменчивость осадков 1995-2024



Нормы суммы осадков
Июль 70,6 мм **-6,9 мм**
Январь 42,9 мм **+8,6 мм**

Основные характеристики осадков Перми (1993–2022)

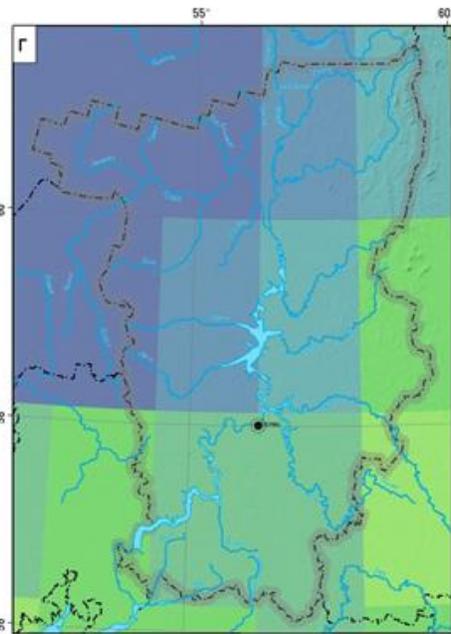
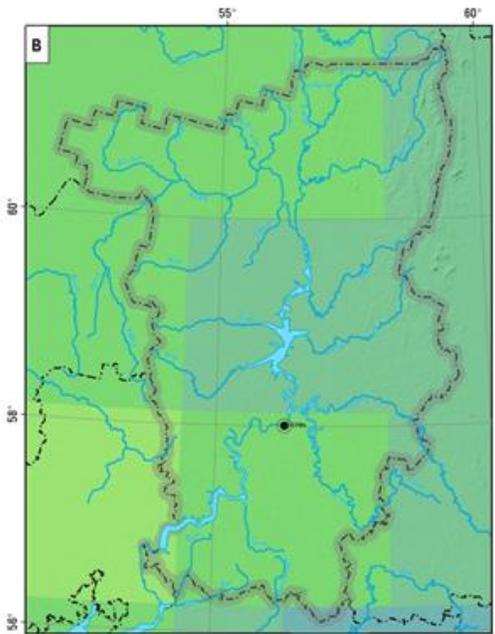
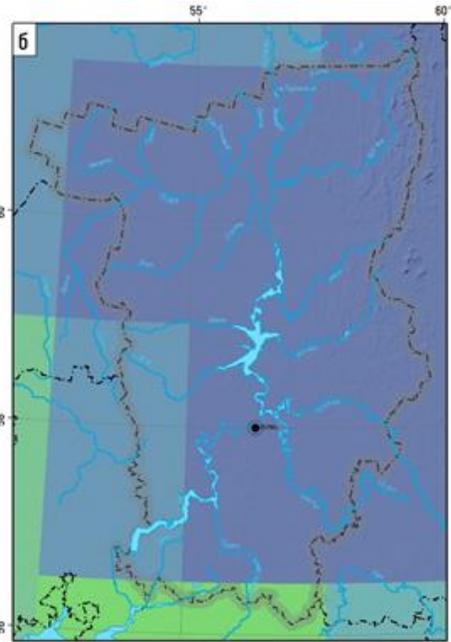
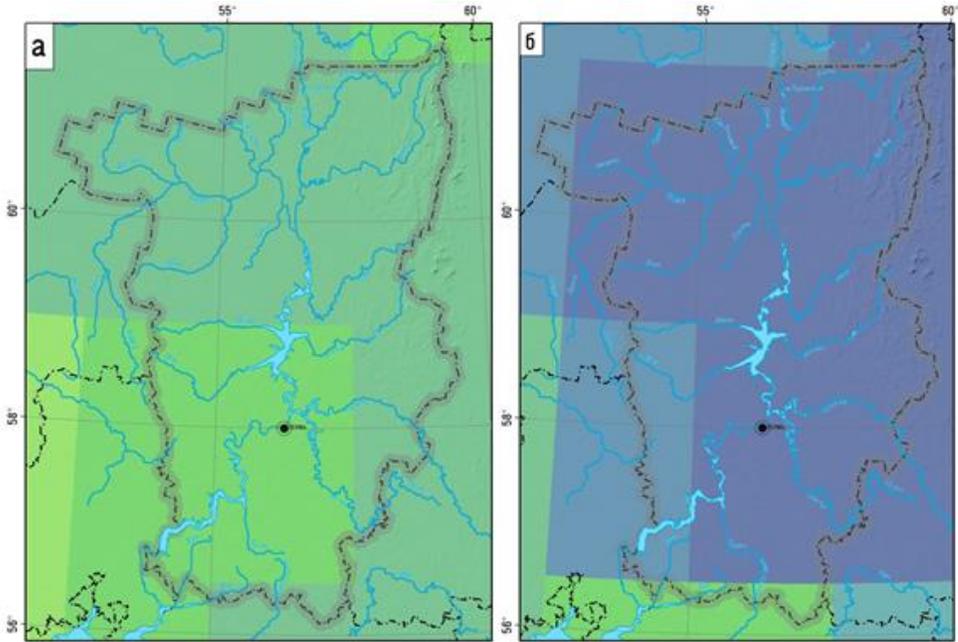
Характеристики	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Сумма осадков, мм	43	33	32	36	56	90	77	77	63	61	57	50	676
Среднее квадратическое отклонение, мм	16,7	14,8	14,8	19,2	26,3	41,3	50,8	52,8	27,0	21,7	20,4	20,7	107
Максимальная сумма из средних за период, мм	81	66	61	75	111	177	205	238	127	109	95	101	937
Минимальная сумма из средних за период, мм	7	2	2	1	9	30	8	12	18	29	17	17	470

Изменения среднего месячного и годового количества осадков (1960–2022)

Метеорологические станции	Месяц												XI–III	IV–X	год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Чердынь	11	11	15	1	10	17	-6	9	1	3	-6	1	33	34	67
Гайны	5	4	11	5	9	18	-3	11	2	5	3	3	27	47	74
Березники	10	6	8	4	8	14	-6	0	4	7	13	8	44	31	75
Кудымкар	12	6	13	6	4	26	3	-1	1	4	15	10	55	43	98
Добрянка	1	3	4	1	3	20	9	6	2	0	1	2	11	42	53
Бисер	-2	4	11	-5	9	15	-11	-7	-3	-2	-13	-9	-8	-6	-14
Верещагино	4	4	7	2	-2	-3	-7	-9	-8	-6	5	2	23	-32	-11
Лысьва	6	12	12	1	0	22	-5	-6	0	0	2	6	38	11	49
Пермь	-3	3	4	-2	1	21	1	9	-6	-2	3	7	14	22	36
Оханск	5	8	7	-2	3	6	8	-1	1	1	3	4	27	16	42
Кунгур	4	7	7	1	3	21	-4	5	-3	5	5	7	30	29	59
Оса	-3	3	-1	-6	1	-4	-26	-9	-14	-10	-6	-4	-11	-68	-78
Чайковский	4	8	8	-3	4	2	-5	7	-4	-2	0	3	23	-1	17
Чернушка	7	7	8	-3	5	17	-4	-3	-2	3	7	7	36	12	49
Октябрьский	9	15	15	1	5	24	2	0	-10	5	12	13	64	26	97

Станция	Суточный максимум, мм		Число дней с осадками 10 мм и более
	средний из годовых	абсолютный	
Ныроб	32	76	15
Вая	37	53	19
Чердынь	32	62	17
Гайны	34	58	13
Коса	32	64	12
Кочёво	36	61	14
Березники	30	56	14
Кудымкар	32	52	13
Чёрмоз	34	53	13
Добрянка	37	81	14
Бисер	40	132	22
Верещагино	34	68	11
Лысьва	37	90	14
Пермь	37	66	14
Кын	35	71	13
Б.Соснова	30	52	11
Оханск	34	58	12
Кунгур	33	55	12
Оса	24	49	8
Ножовка	30	62	11
Чайковский	31	62	12
Чернушка	34	83	12
Октябрьский	37	65	17

Экстремальные осадки (1991–2020)



Изменения количества осадков между 1981-2000 и 2041-2060 гг., мм

0.9	10	20	30	40	50	60	75	более
-----	----	----	----	----	----	----	----	-------

0 50 100 200 км

Изменение количества осадков в Пермском крае между историческим периодом (1981–2000) и серединой XXI века (2041–2060) по данным моделей GFDL-ESM2M (а, б) и SCIRO (в, г) из эксперимента CMIP5.

а, в – холодный период (ноябрь – март);
б, г – теплый период (апрель – октябрь)

сценарии SSP2-4,5

Сценариев социального развития всего насчитывается пять:

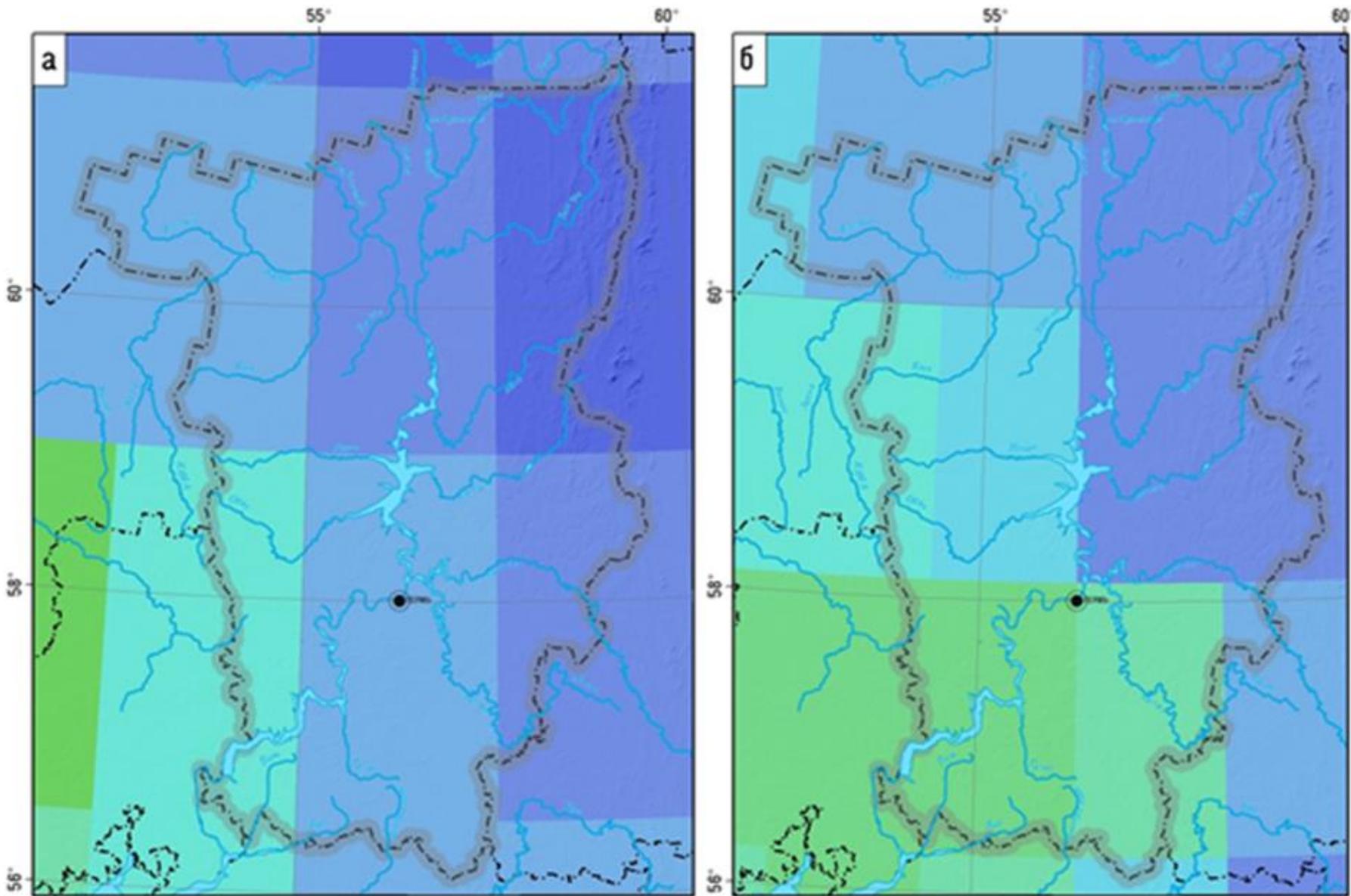
SSP1: «Устойчивость (переход на зеленый путь)»; 2,6 Вт/м²

SSP2: «Центральная часть дороги»; 4,5 Вт/м²

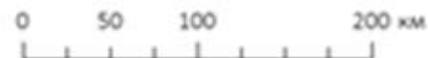
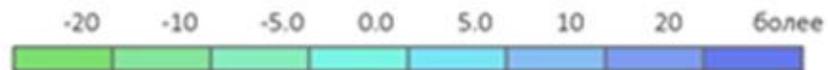
SSP3: «Региональное соперничество»; 6,0 Вт/м²

SSP4: «Неравенство (разделенная дорога)»; 7,0 Вт/м²

SSP5: «Развитие на базе полезных ископаемых видов топлива (переход на магистраль)». 8,5 Вт/м²



Изменения количества осадков в виде снега между 1981-2000 и 2041-2060 гг., мм



Изменение количества осадков в виде снега в Пермском крае между историческим периодом (1981–2000) и серединой XXI века (2041–2060) по данным климатических моделей GFDL-ESM2M (а) и SCIRO (б) из эксперимента CMIP5

Климатические изменения осадков. Риски Пермского

1. Пермскому краю и прилегающим территориям грозит умеренное увеличение осадков в горной части и на севере. Это создаст благоприятные условия для дополнительной выработки электроэнергии на ГЭС. Возрастают риски паводков и половодий, уязвимость дорожной инфраструктуры.
2. Сокращение осадков на юге Пермского края и в равнинной Башкирии. Возрастают риски пожарной опасности, почвенной и атмосферной засухи.
3. Неравномерное распределение изменения осадков в течение года: наименьший рост и сокращение осадков в июле, августе, сентябре — благоприятны условия для сбора урожая.
4. Рост риска опасных ливней (июнь, июль, август). Уязвимы транспорт, промышленные и жилые объекты в низинах и поймах малых рек.
5. Сокращение осадков в виде снега на юге и рост осадков в виде снега на севере и горной части Пермского края. Уменьшение риска половодий в южной части Пермского края и рост рисков в северной и горной части. Юг края наиболее заселенная территория, прогнозируемые изменения положительны для населения и экономики.

Спасибо за внимание!

Исследования выполнены за счет средств
Научно-образовательного центра мирового уровня
«Рациональное природопользование» и финансовой
поддержке РФФИ и Пермского края в рамках научного
проекта № 20-45-596031.

alvetrov@yandex.ru