



ЦАГ УУРЫН СТАНЦУУДЫН МЭДЭЭНД ГАДАРГЫН НӨХЦЛИЙГ ТООЦОЖ ОРОН ЗАЙГААР ЗУРАГЛАХ НЬ

эшда Д.Сайнбаяр

Улаанбаатар 2018

АГУУЛГА

- Оршил
- Судалгаанд ашиглагдах материал
- Аргазүй
- Үр дүн
- Дүгнэлт

Оршил

Цаг уурын өгөгдлүүдийн орон зай болон хугацааны өөрчлөлтийг тодорхойлох нь уур амьсгалын өөрчлөлтийн судалгаанд чухал ач холбогдолтой. Хэдий тийм ч цаг уурын станцуудын байршил тооноос шалтгаалан өгөгдөлүүд хангалтгүй байдаг. Энэ тохиолдолд уур амьсгалын өгөгдлийг өргөн хүрээнд орон зайн интерполяцаар тооцоолох оновчтой аргыг олох нь зайлшгүй шаардлагатай. Орон зайн интерполяцийн аль ч аргад цаг уурын станцын нягтшил, тархалт мөн судалгааны талбайн гадаргын шинж чанар нөхцөл зэрэг олон хүчин зүйлээс шалтгаалдаг (Burrough and McDonnell 1998).

Монгол орны хувьд агаарын температурын явцад өргөрөг, улирлын ялгааны зэрэгцээгээр хотгор гүдгэр их нөлөөлнө. Үүнд уул нуруу, толгод, гүвээ зэрэг өндөрлөг газар агаарын температурын хоногийн хэлбэлзлэлийг багасгаж, хөндий, хонхор газар ихэсгэнэ. Уул хоорондох хөндийд температурын хоногийн хэлбэлзэл 12°C байхад гүвээн дээр 10°C , уулын оройд 6°C болж буурна (Н.Бадарч 1971).

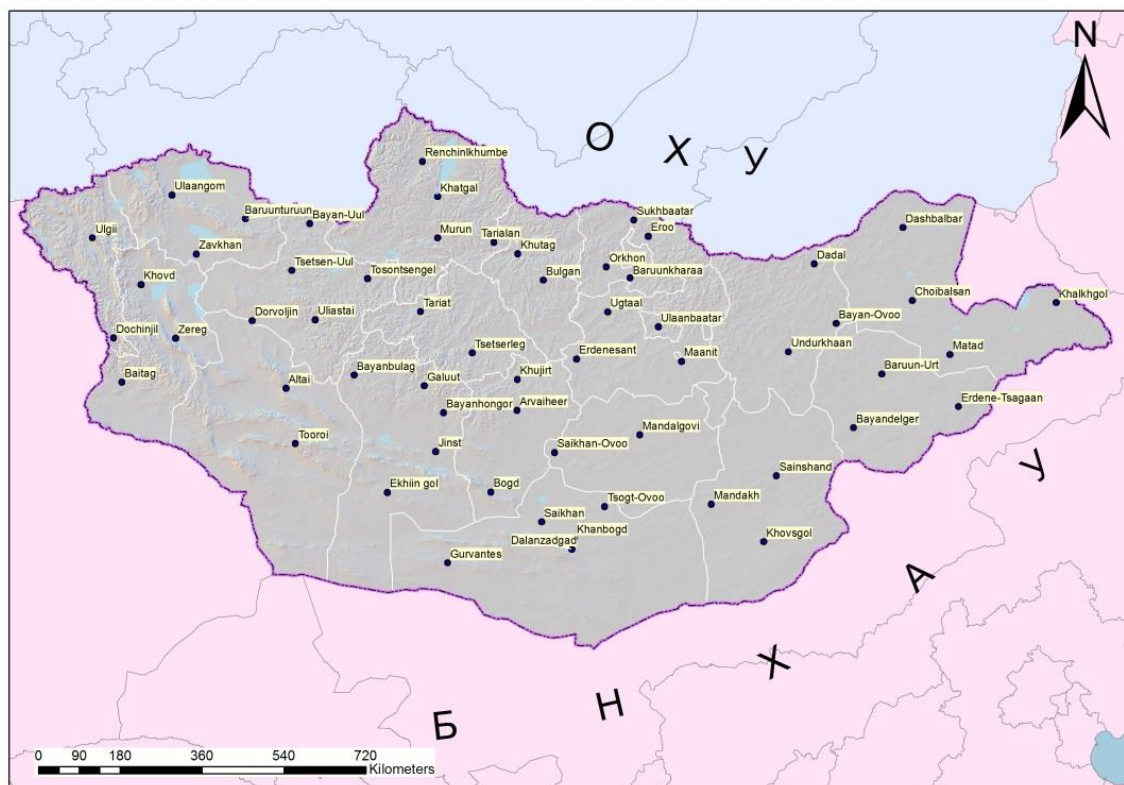
Судалгааны ажлын зорилго

- Агаарын температурын газарзүйн тархалтанд гадаргын нөхцлийг тооцох
- Үр дүнг шалгах

Судалгааны талбай

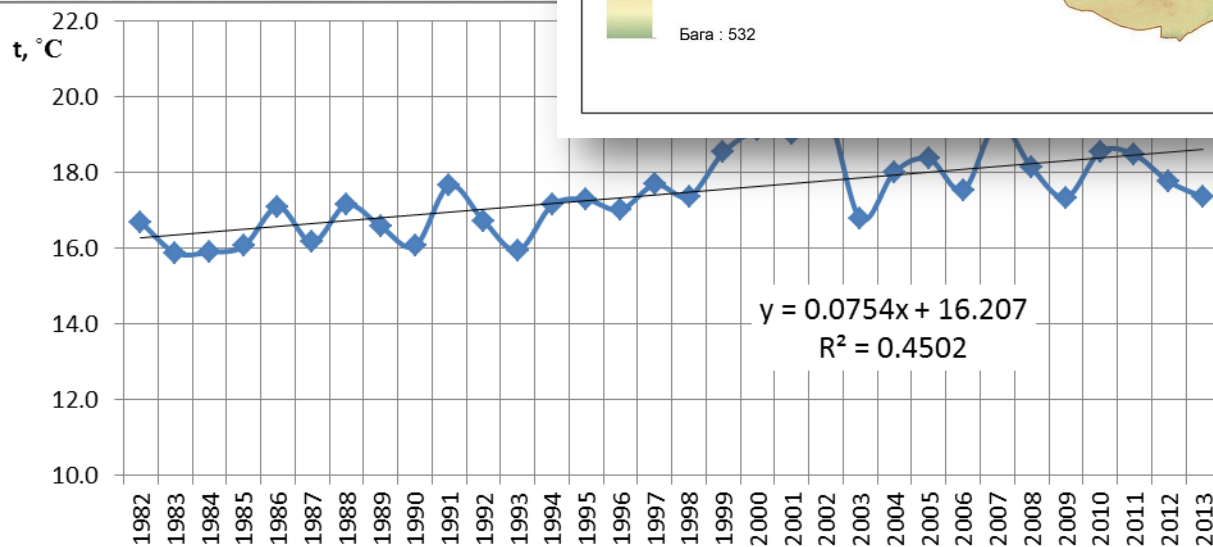
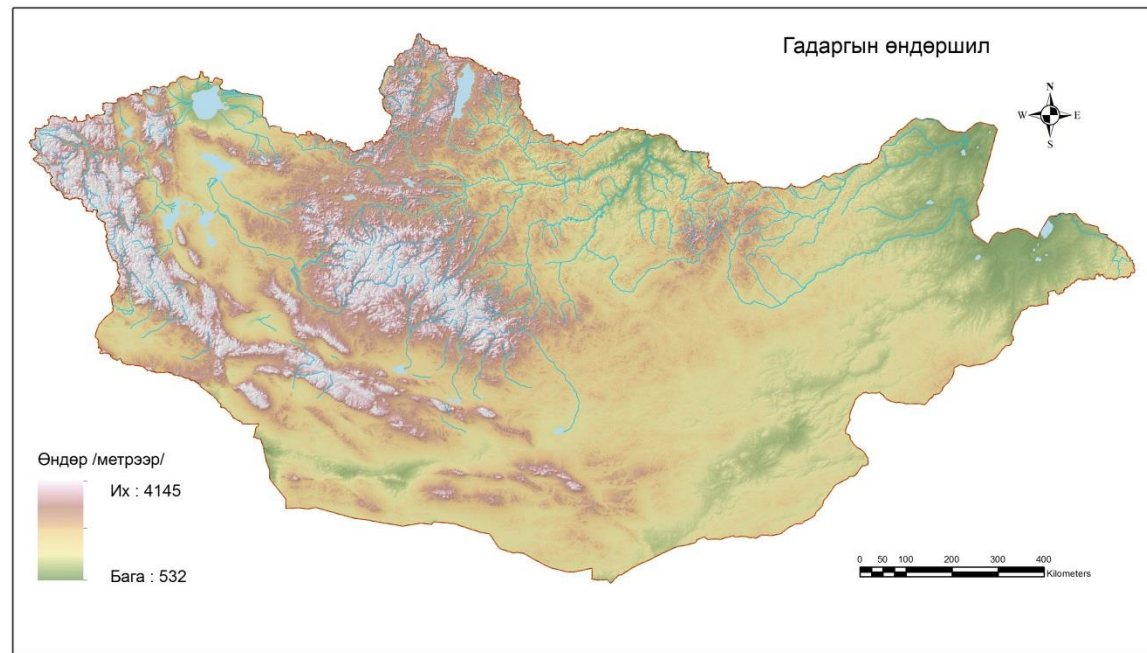
Монгол улс нь Ази тивийн төв хэсэгт өргөрөгийн дагуу сунаж тогтсон хө $41^{\circ}35'-52^{\circ}09'$, зу- $87^{\circ}44'-119^{\circ}56'$ –ийн хооронд $1\ 564\ 116\ \text{км}^2$ талбайтай, нутгийн баруун зүүн цэгийн хооронд $2392\ \text{км}$, хойд урд цэгийн хооронд $1259\ \text{км}$ зайтай, хилийн шугамын урт $8219\ \text{км}$ үүнээс $3546\ \text{км}$ нь ОХУ-тай, $4673\ \text{км}$ -ээр БНХАУ-тай нийлсэн хилд оршино.

Монгол орны хувьд агаарын температурын жилийн явц нь дундад өргөрөгийн сэрүүн бүсийн төрөлд багтдаг бөгөөд агаарын температурын агууриг их байдгаас эрс, хэт эх газарлаг шинжтэй (Н.Бадарч 1971).

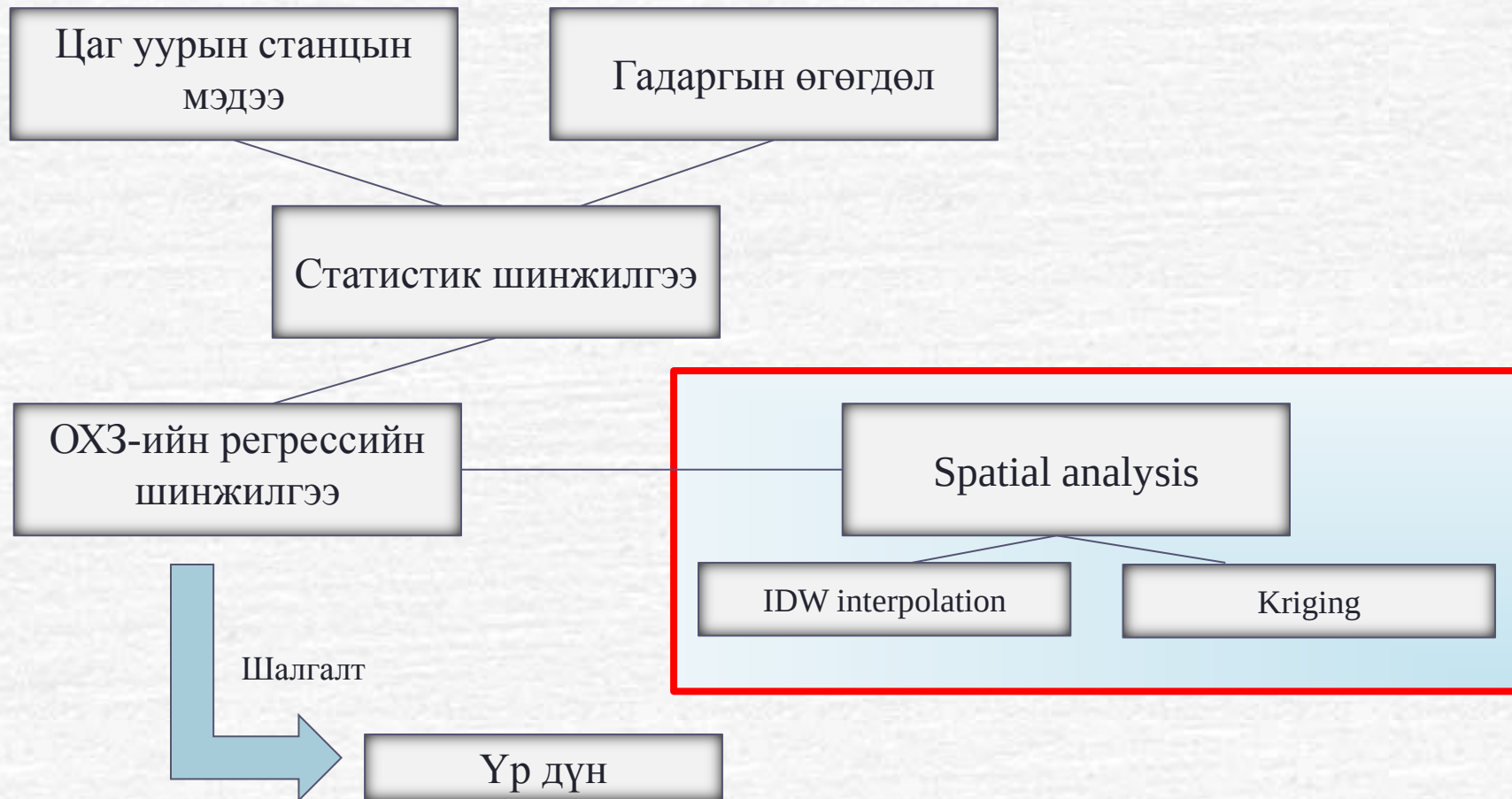


Ашигласан мэдээ, материал

- Цаг уурын 60 станцын 1982-2013 оны 6-8-р сарын агаарын дундаж температурын мэдээ /32 жил, он тус бүрээр/
- SRTM DEM



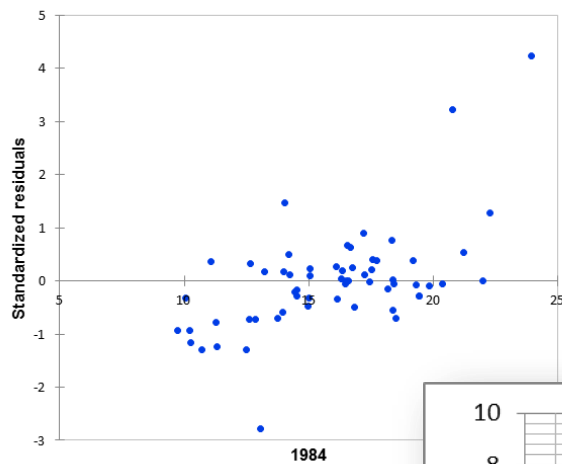
Аргазүй



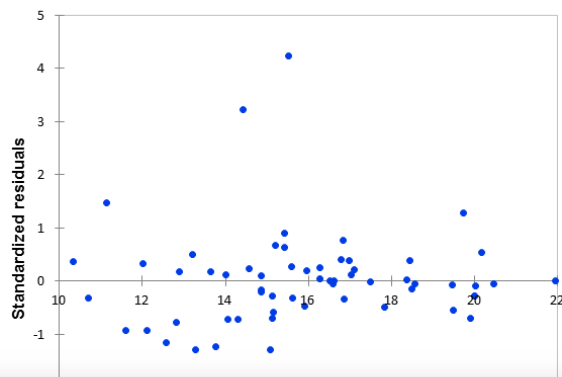
Үр дүн

- Регрессийн шинжилгээний урьдач нөхцөл /1984 оны жишээн дээр/

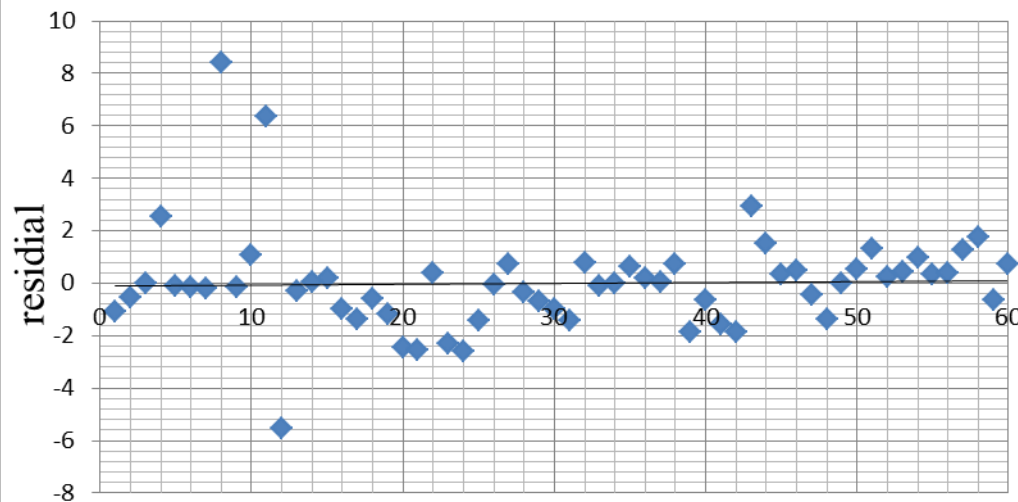
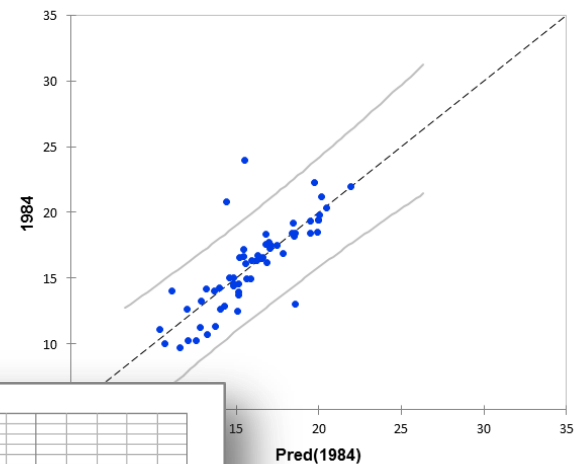
1984 / Standardized residuals



Pred(1984) / Standardized residuals



Pred(1984) / 1984

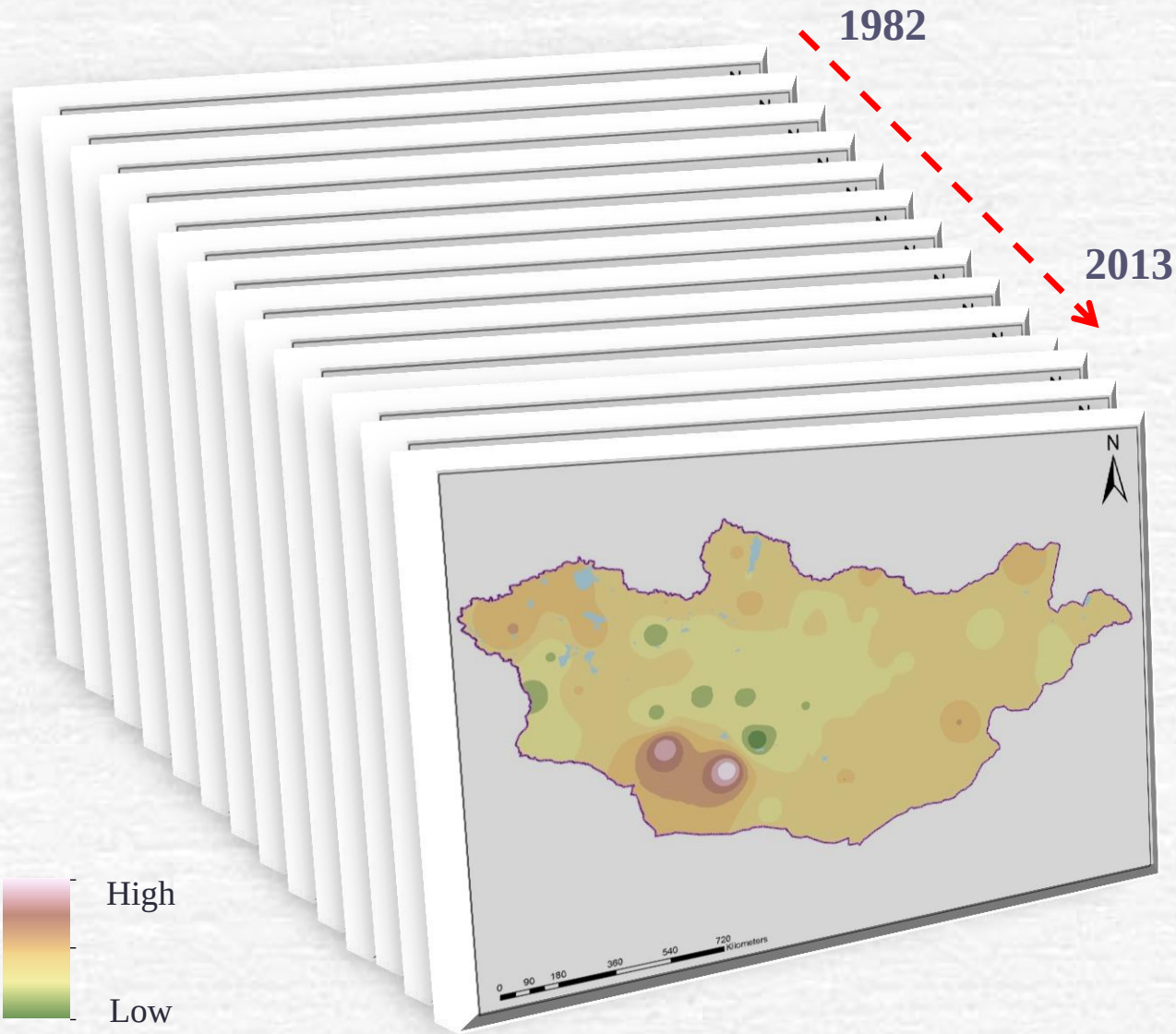


➤ ОХЗ-ийн регрессийн тэгшитгэлийн параметруудийн утга

95-99.9 %-ийн итгэмжийн
түвшинтэй статистик
үнэмшилтэйгээр
коэффициентүүдийг
тодорхойлсон.
($P < 0.05$, $P < 0.01$)

Хугацаа	β_1	β_2	β_3	R^2
1982	0.11971	1.27969	0.00524	0.615
1983	0.13382	1.39302	0.00492	0.656
1984	0.11609	1.31030	0.00524	0.653
1985	0.13484	1.30879	0.00479	0.575
1986	0.10092	1.27795	0.00477	0.639
1987	0.15151	1.30553	0.00519	0.623
1988	0.10681	1.46107	0.00455	0.676
1989	0.15587	1.38229	0.00491	0.662
1990	0.19464	1.26908	0.00543	0.594
1991	0.15511	1.33779	0.00473	0.638
1992	0.15746	1.33171	0.00486	0.630
1993	0.11916	1.13544	0.00505	0.603
1994	7.27207	1.29965	0.00511	0.644
1995	0.10189	1.32162	0.00510	0.659
1996	0.19472	1.17390	0.00485	0.582
1997	8.37539	1.32919	0.00483	0.663
1998	0.23964	1.17454	0.00470	0.573
1999	0.16277	1.42153	0.00482	0.660
2000	8.27119	1.17704	0.00487	0.641
2001	0.14929	1.22104	0.00704	0.905
2002	0.18328	1.25171	0.00665	0.779
2003	0.14577	1.07105	0.00670	0.893
2004	0.08348	1.13740	0.00659	0.898
2005	0.12816	1.30427	0.00714	0.917
2006	0.14866	1.38095	0.00706	0.933
2007	5.81295	1.15483	0.00633	0.896
2008	0.14187	1.12967	0.00631	0.801
2009	0.15756	1.46914	0.00696	0.875
2010	0.11689	1.46908	0.00671	0.881
2011	0.10667	1.27642	0.00469	0.620
2012	0.18362	1.22647	0.00450	0.581
2013	0.14342	1.40401	0.00471	0.631

➤ Алдааны зураг /IDW interpolation/

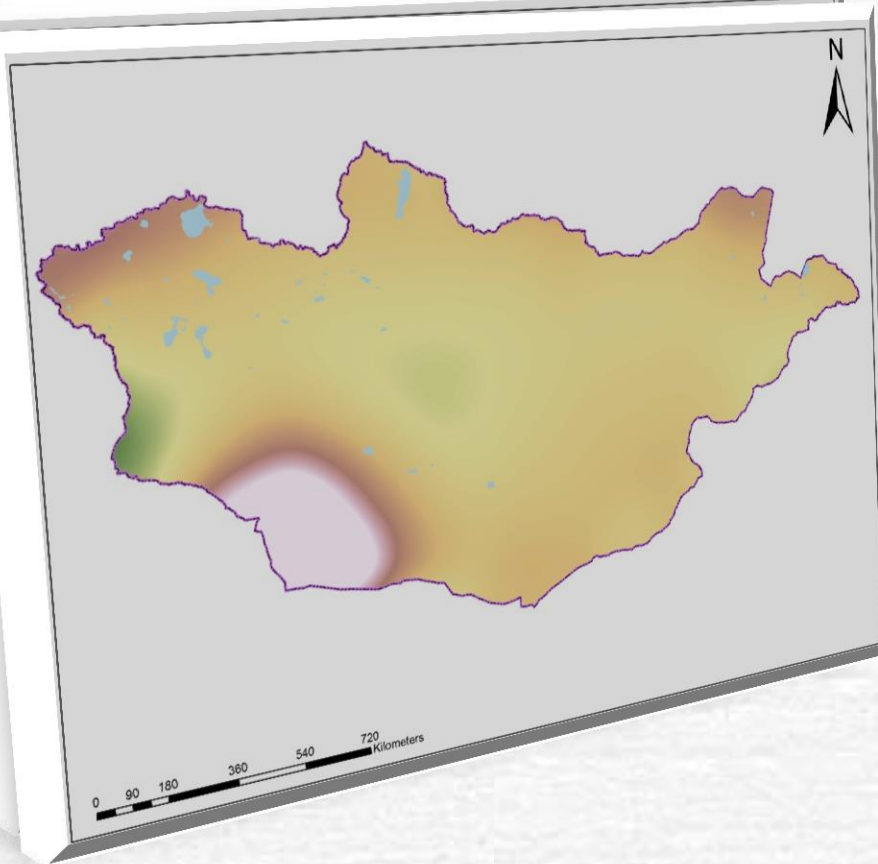


Layer	MIN	MAX	MEAN	STD
1982	-5.25	8.67	0.18	1.38
1983	-4.77	8.58	0.17	1.25
1984	-5.50	8.40	0.14	1.17
1985	-5.92	9.05	0.14	1.43
1986	-4.64	8.34	0.13	1.22
1987	-4.91	8.86	0.14	1.26
1988	-4.56	8.43	0.15	1.21
1989	-4.49	8.01	0.14	1.16
1990	-5.17	8.97	0.16	1.32
1991	-4.30	8.23	0.16	1.20
1992	-4.30	8.23	0.16	1.20
1993	-4.69	8.19	0.16	1.20
1994	-4.95	8.94	0.16	1.29
1995	-5.00	8.15	0.16	1.20
1996	-4.65	8.37	0.13	1.21
1997	-5.20	8.14	0.13	1.17
1998	-4.60	8.49	0.14	1.22
1999	-4.89	7.85	0.14	1.16
2000	-4.97	7.87	0.14	1.11
2001	-2.56	2.98	0.03	0.50
2002	-5.63	3.58	-0.05	0.86
2003	-1.37	2.72	-0.01	0.47
2004	-1.80	3.07	0.04	0.50
2005	-2.44	2.77	0.01	0.48
2006	-1.99	2.29	0.02	0.42
2007	-1.88	3.11	0.05	0.53
2008	-6.20	2.92	0.06	0.62
2009	-2.66	5.49	-0.01	0.64
2010	-2.50	5.66	0.01	0.60
2011	-4.48	8.49	0.16	1.25
2012	-4.61	8.00	0.17	1.23
2013	-4.65	8.12	0.16	1.22

➤ Алдааны зураг /Co Kriging/

1982

2013

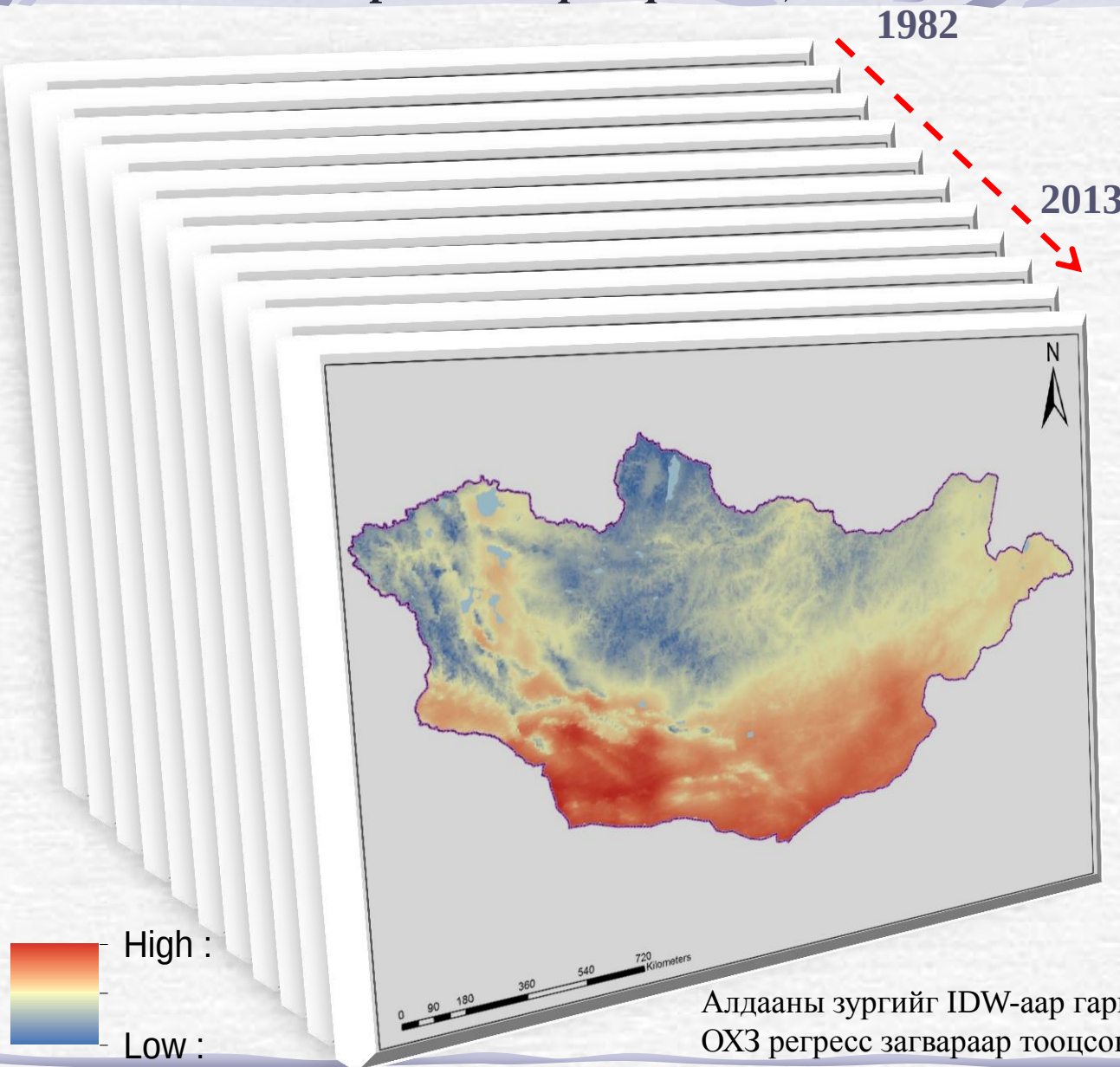


Layer	MIN	MAX	MEAN	STD
1982	-1.64	1.21	-0.02	0.64
1983	-1.12	0.68	-0.04	0.40
1984	-0.91	0.57	-0.03	0.27
1985	-1.17	0.82	-0.03	0.39
1986	-0.80	0.48	-0.05	0.27
1987	-1.07	0.79	-0.05	0.35
1988	-0.69	0.48	-0.04	0.25
1989	-0.83	0.54	-0.03	0.26
1990	-1.60	1.16	-0.04	0.54
1991	-0.98	0.57	-0.04	0.30
1992	-1.11	0.74	-0.03	0.34
1993	-1.06	0.70	-0.05	0.34
1994	-1.52	1.24	-0.04	0.48
1995	-1.10	0.71	-0.03	0.35
1996	-0.67	0.44	-0.04	0.21
1997	-0.69	0.38	-0.03	0.19
1998	-0.70	0.46	-0.04	0.23
1999	-1.02	0.72	-0.02	0.29
2000	-0.62	0.33	-0.02	0.17
2001	-0.04	0.04	0.00	0.02
2002	-0.83	0.70	0.00	0.41
2003	-1.86	2.22	-0.05	0.57
2004	-2.06	1.39	-0.14	0.53
2005	-3.34	1.66	-0.11	0.63
2006	-2.82	1.47	-0.09	0.54
2007	-2.83	0.62	-0.17	0.58
2008	-2.02	2.80	-0.06	0.54
2009	-3.72	1.57	-0.21	0.79
2010	-3.36	1.44	-0.14	0.72
2011	-2.40	11.53	0.69	2.02
2012	-2.49	10.70	0.71	1.89
2013	-3.01	10.74	0.71	1.87

High

Low

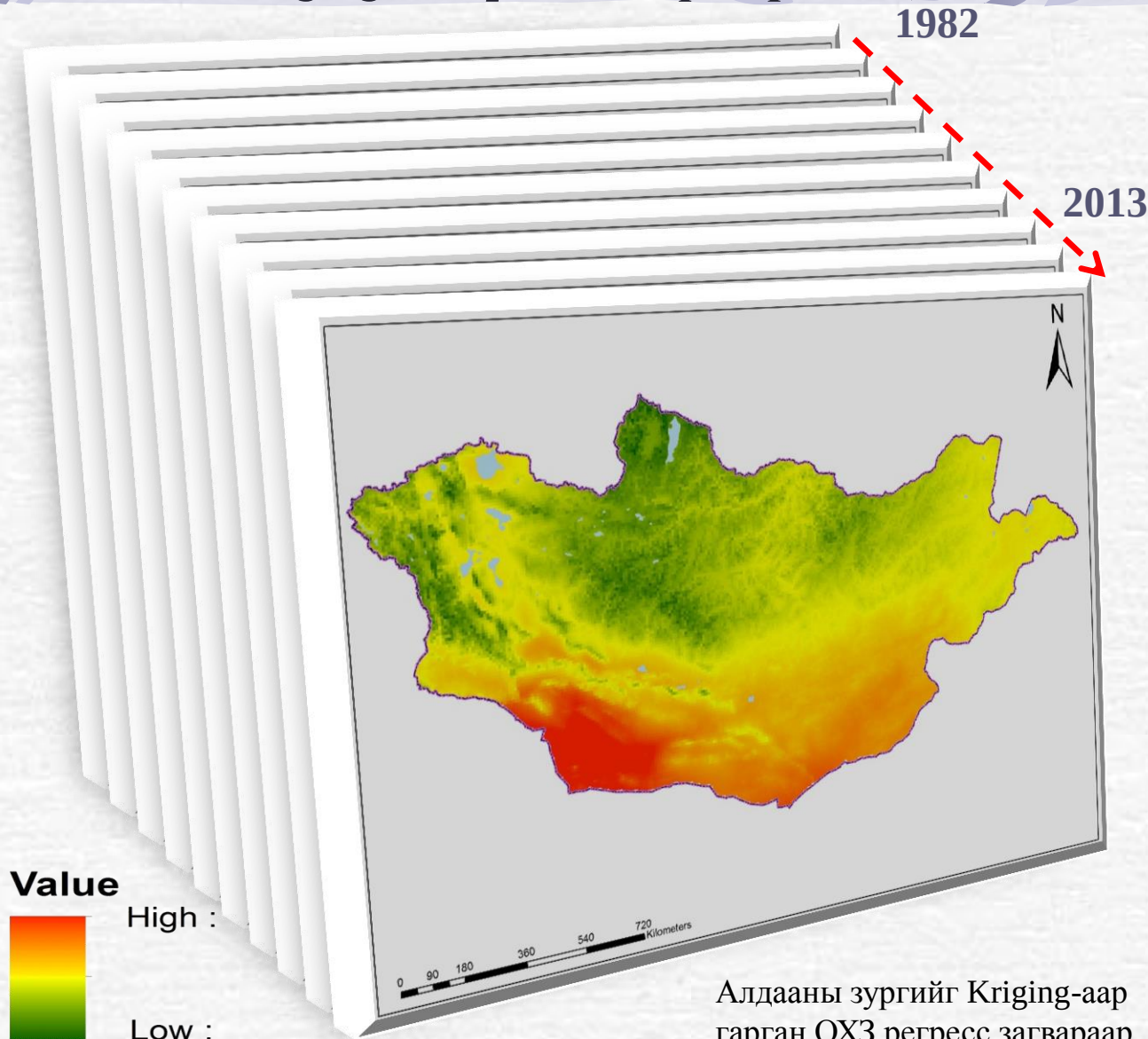
➤ 1982-2013 оны 6-8-р сарын дундаж температур, он тус бүрээр
/алдааг IDW interpolation аргаар тооцсон/



Layer	MIN	MAX	MEAN	STD
1982	2.7	28.7	17.0	4.4
1983	2.2	28.1	16.3	4.4
1984	2.4	27.5	16.2	4.4
1985	3.0	28.1	16.4	4.2
1986	4.0	28.4	17.4	4.2
1987	2.5	28.3	16.4	4.3
1988	3.5	28.8	17.6	4.4
1989	2.9	28.6	16.9	4.3
1990	2.3	28.6	16.3	4.3
1991	4.7	29.5	18.0	4.2
1992	3.7	28.6	17.1	4.2
1993	3.4	27.0	16.2	4.0
1994	3.6	28.6	17.5	4.5
1995	3.6	28.8	17.6	4.4
1996	4.4	28.8	17.2	3.9
1997	4.3	29.0	18.0	4.3
1998	5.0	29.3	17.6	3.9
1999	4.6	30.6	18.9	4.4
2000	6.0	29.8	19.4	4.1
2001	0.7	30.4	19.0	4.5
2002	2.2	30.7	19.6	4.4
2003	-0.5	26.8	16.6	4.2
2004	0.6	28.1	18.0	4.4
2005	-0.5	29.5	18.3	4.8
2006	-0.8	29.2	17.5	4.8
2007	2.2	29.0	19.3	4.4
2008	2.1	28.5	18.1	4.1
2009	-1.3	29.4	17.4	4.9
2010	0.6	30.4	18.6	4.9
2011	5.6	29.9	18.8	4.2
2012	5.8	29.3	18.1	3.9
2013	4.6	29.2	17.7	4.4

Алдааны зургийг IDW-аар гарган
OX3 регресс загвараар тооцсон
температурын утга.

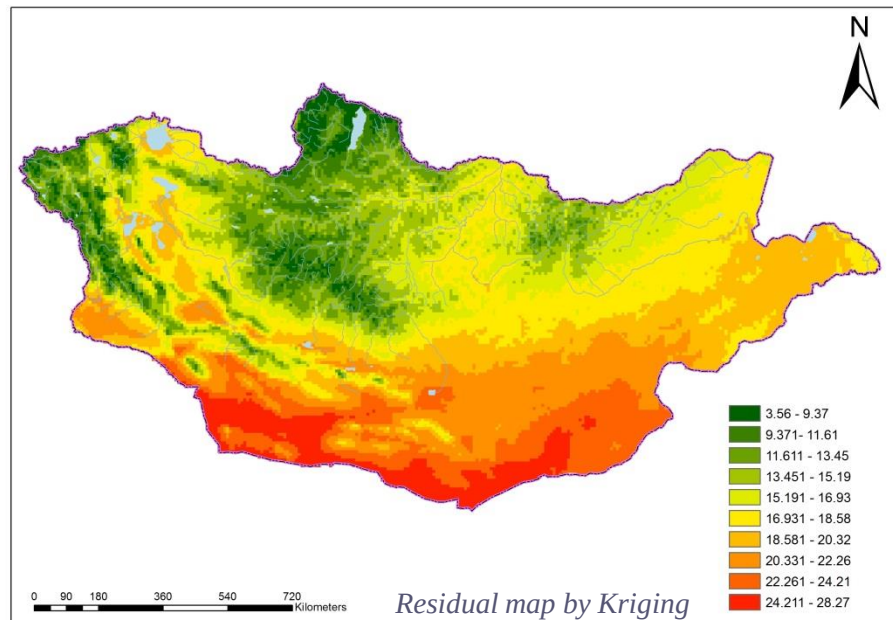
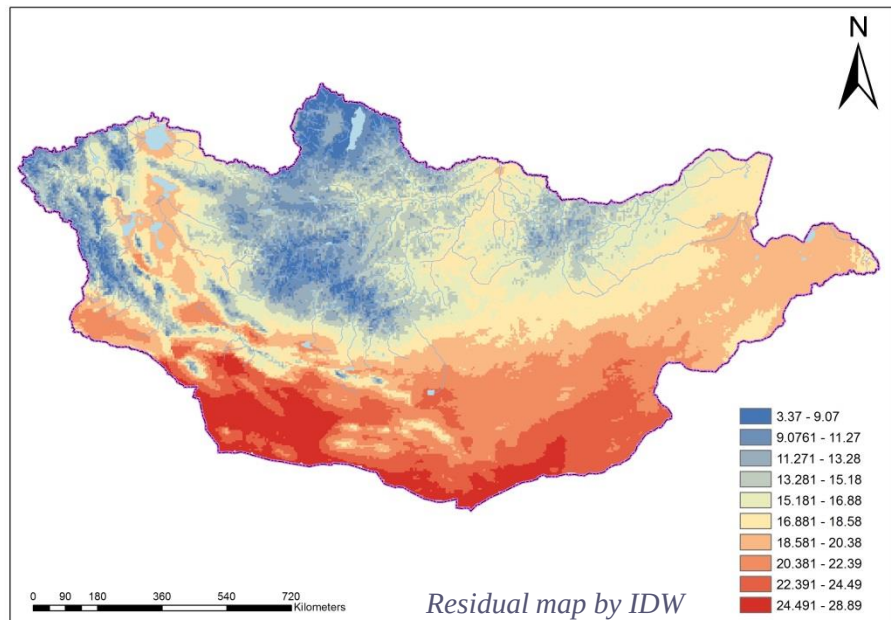
➤ 1982-2013 оны 6-8-р сарын дундаж температур, он тус бүрээр
/алдааг CoKriging interpolation аргаар тооцсон/



Алдааны зургийг Kriging-аар
гарган ОХЗ регресс загвараар
тооцсон температурын утга.

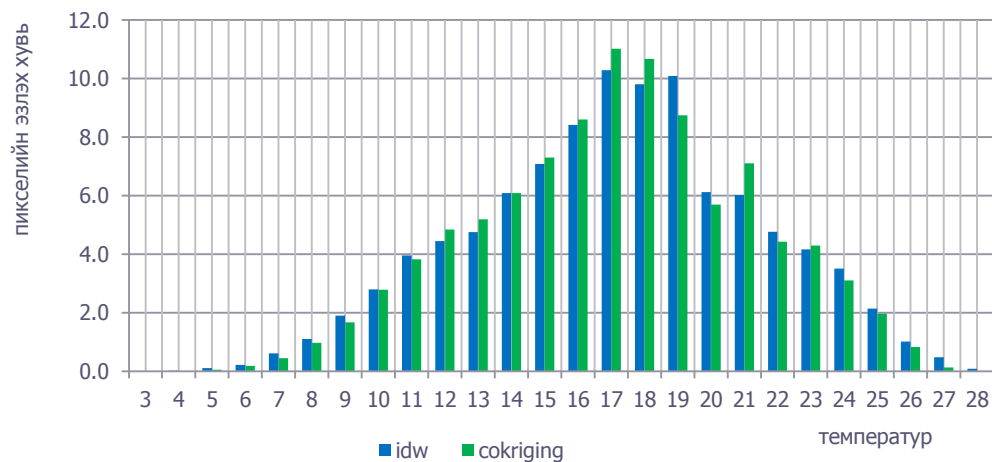
Layer	MIN	MAX	MEAN	STD
1982	2.2	26.5	16.8	3.9
1983	2.4	26.6	16.1	4.1
1984	1.9	26.4	16.0	4.1
1985	2.7	26.4	16.2	3.9
1986	3.7	27.0	17.2	3.9
1987	2.1	27.0	16.3	4.0
1988	3.3	27.7	17.4	4.1
1989	2.6	27.4	16.8	4.0
1990	2.0	27.6	16.1	4.0
1991	4.3	28.2	17.8	3.9
1992	3.2	27.4	16.9	3.9
1993	3.0	25.7	16.0	3.7
1994	3.2	27.4	17.3	4.2
1995	3.2	27.7	17.4	4.1
1996	4.3	27.2	17.1	3.6
1997	3.9	27.6	17.9	4.0
1998	5.0	27.7	17.5	3.5
1999	4.5	29.4	18.8	4.1
2000	5.8	28.5	19.2	3.8
2001	0.7	30.6	19.0	4.5
2002	2.3	31.0	19.6	4.3
2003	0.5	28.0	16.6	4.2
2004	1.1	28.4	17.8	4.3
2005	0.4	30.9	18.2	4.7
2006	-0.3	30.3	17.5	4.7
2007	2.9	29.8	19.1	4.3
2008	2.7	30.5	18.0	4.1
2009	-0.6	30.7	17.2	4.8
2010	1.3	31.7	18.5	4.7
2011	5.9	36.5	19.4	4.7
2012	5.9	36.0	18.7	4.5
2013	5.1	36.1	18.3	4.9

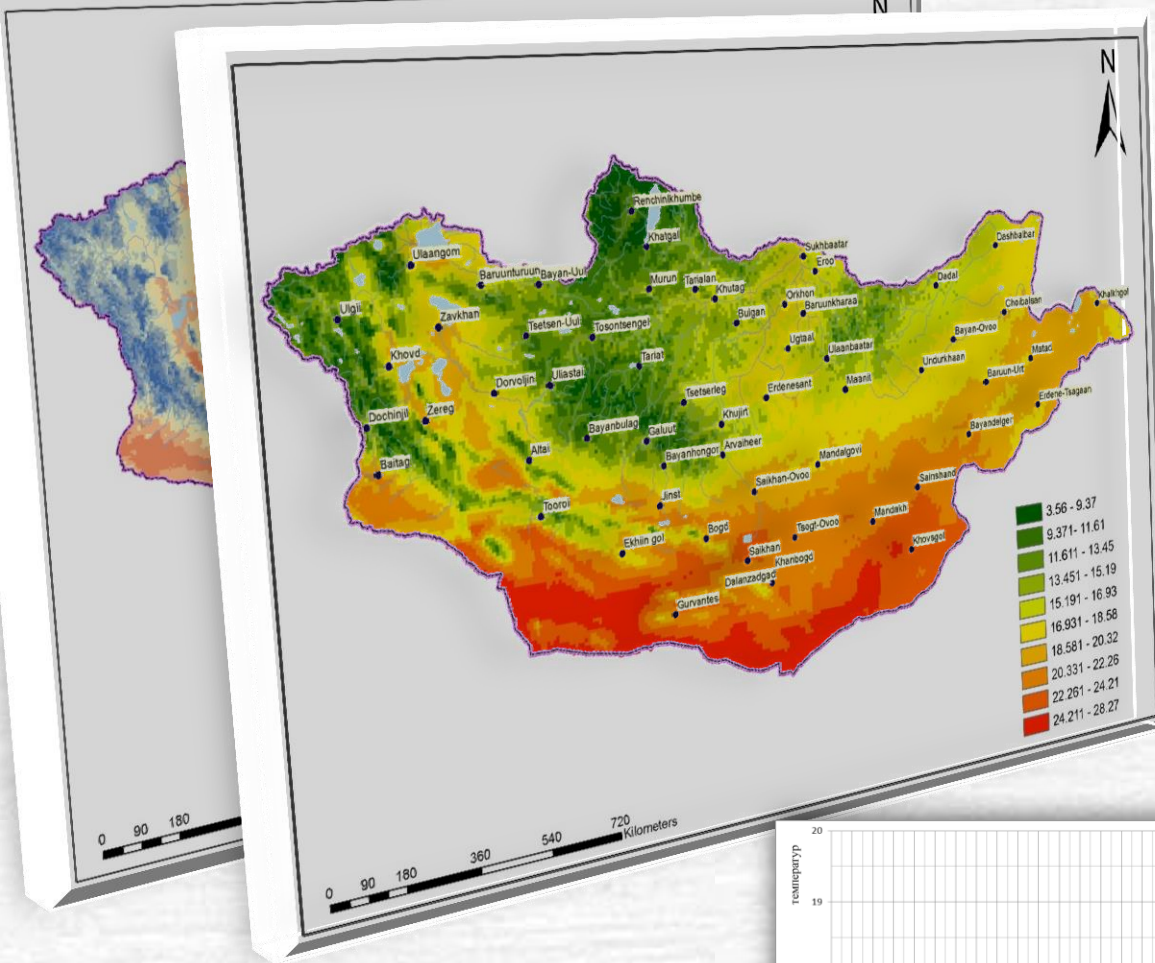
➤ 1982-2013 оны 6-8-р сарын дундаж температур, °C



Зуны улиралд агаарын температур өндөр ихсэх тутам буурах зүй тогтлыг дагаж Алтай, Хангай, Хэнтий, Хөвсгөлийн уулст 15°C –аас хэтрэхгүй, Их нууруудын хотгор, Алтай, Хангайн хоорондох нутаг, Орхон, Сэлэнгийн сав, Онон, Улз голуудын сав, Дарьгангын өндөрлөг зэрэг нутгаар 15-21°C, бусад нутгаар 20-28 °C байна.

(З.Санжмятав 2007, “Монгол орны байгалийн газарзүй”)





$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum (O_i - E_i)^2}$$

$$Bias = E_{mean} / O_{mean}$$

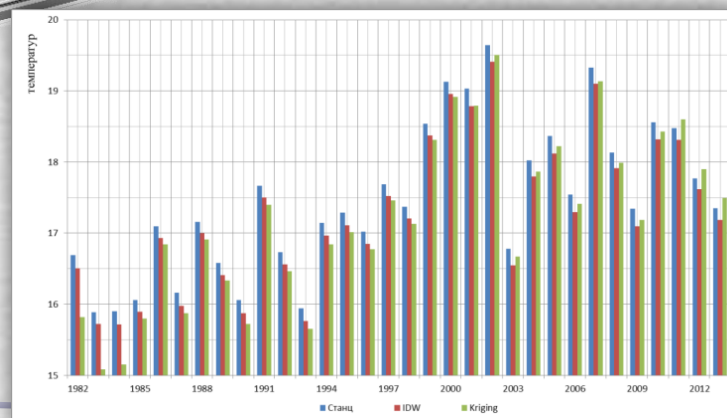


Системийн алдаа...

Үр дүн системийн алдаагүй бол
1 гэсэн утгыг авна.

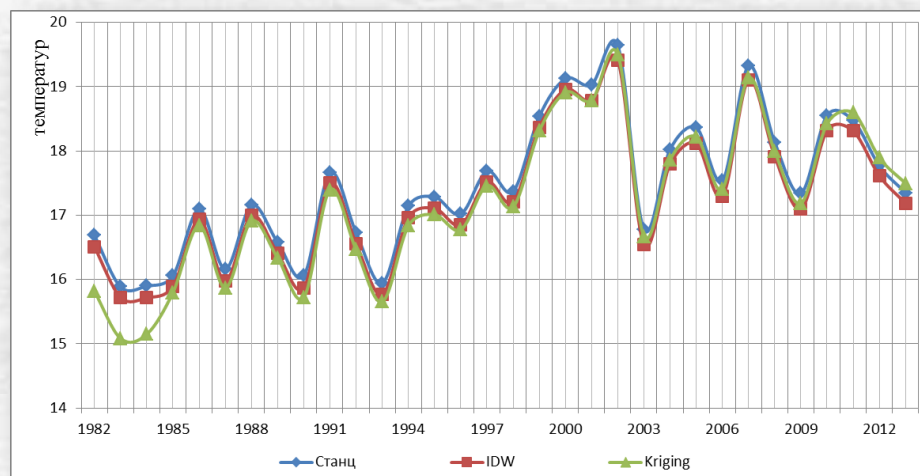
Bias > 1

Bias < 1



IDW			Kriging		
Станц	RMSE	Bias	Станц	RMSE	Bias
Гурвантэс	0.15	1.01	Гурвантэс	0.87	0.98
Даланзадгад	0.51	0.98	Даланзадгад	0.83	0.97
Хөвсгөл	0.18	1.01	Хөвсгөл	0.32	1.00
Ханбогд	0.48	1.02	Ханбогд	2.37	1.11
Сайхан	0.46	0.98	Сайхан	1.00	0.98
Мандах	0.08	1.00	Мандах	1.10	0.97
Цогт-Овоо	0.30	1.01	Цогт-Овоо	0.61	0.98
Эхийн гол	0.57	0.98	Эхийн гол	6.16	1.29
Богд	0.53	1.02	Богд	0.58	1.02
Сайншанд	0.12	1.00	Сайншанд	0.67	1.02
Тоорой	1.16	1.05	Тоорой	5.78	1.29
Жинст	0.13	1.00	Жинст	3.99	0.89
Сайхан-Овоо	0.16	1.01	Сайхан-Овоо	0.38	1.01
Баяндэлгэр	0.75	1.03	Баяндэлгэр	0.52	1.01
Мандалговь	0.03	1.00	Мандалговь	0.37	1.01
Эрдэнэцагаан	0.14	1.01	Эрдэнэцагаан	0.80	0.96
Байтаг	0.23	1.00	Байтаг	1.14	0.97
Баянхонгор	0.49	1.03	Баянхонгор	0.61	1.03
Арвайхээр	1.06	1.06	Арвайхээр	0.46	1.02
Алтай	0.54	1.03	Алтай	1.61	0.92
Галуут	0.47	1.03	Галуут	0.93	0.95
Баруун-Урт	0.11	1.00	Баруун-Урт	0.64	1.03
Баянбулаг	1.35	1.11	Баянбулаг	1.22	0.93
Дөчинжил	0.33	1.02	Дөчинжил	2.00	0.96
Хужирт	0.95	0.95	Хужирт	1.34	0.92
Матад	0.30	1.01	Матад	0.48	1.01
Зэрэг	0.10	1.00	Зэрэг	1.02	1.04
Мааньт	0.50	0.97	Мааньт	0.57	0.97
Өндөрхаан	0.21	1.01	Өндөрхаан	0.35	0.99
Эрдэнэсант	0.69	1.04	Эрдэнэсант	0.37	1.00
Цэцэрлэг	0.16	0.99	Цэцэрлэг	0.73	0.96
Халхгол	0.52	1.00	Халхгол	0.75	1.02
Дөрвөлжин	0.18	1.04	Дөрвөлжин	0.94	1.05
Баян-Овоо	0.49	1.02	Баян-Овоо	0.54	
Улиастай	0.47	1.03	Улиастай		
Улаанбаатар	0.09	1.02	Улаанбаатар		
Ховд	0.30	1.04	Ховд		
Чойбалсан	0.58	1.00	Чойбалсан		
Тариат	0.54	1.00	Тариат		
Төгрөг	0.12	1.00	Төгрөг		
Төгрөг	1.18		Төгрөг		

	IDW			Kriging	
	RMSE	Bias		RMSE	Bias
max	1.38	1.21	max	6.16	1.29
min	0.03	0.95	min	0.27	0.89
average	0.44	1.01	average	1.08	1.01



ДҮГНЭЛТ

- Цаг уурын 60 станц дээрх сүүлийн 32 жилийн агаарын температурын мэдээг он тус бүр дээр гадаргын нөхцөлтэй хамаарал бодуулахад хамаарлын коэффициентууд 95-99.9 % - итгэмжийн түвшинтэй статистик үнэмшилтэй гарлаа.
- Монгол орны хэмжээнд олон хүчин зүйлийн регрессийн загвараар тооцоолсон температурын утга, ажиглагдсан утгаар станц бүр дээр алдааг тооцоход үлдэгдэлийн зургийг IDW –аар гарган тооцсон үр дүн илүү найдвартай болох нь батлагдлаа.



АНХААРАЛ ХАНДУУЛСАНД БАЯРЛАЛАА

