

Водные ресурсы рек Российской Федерации

Mikhail Georgievsky

(State Hydrological Institute, St. Petersburg, Russia)

(mgeorgievsky@hotmail.com)



Based on materials of SHI researchers:

I.A. Shiklomanov, V.Yu. Georgievsky, I.L. Kalyuzhnyi, S.A. Lavrov,
V.I. Babkin, Zh.A. Balonishnikova, V.S. Vuglinsky, S.A. Zhuravin,
O.A. Anisimov, E.V. Gurevich, M.L. Markov, A.L. Shalygin

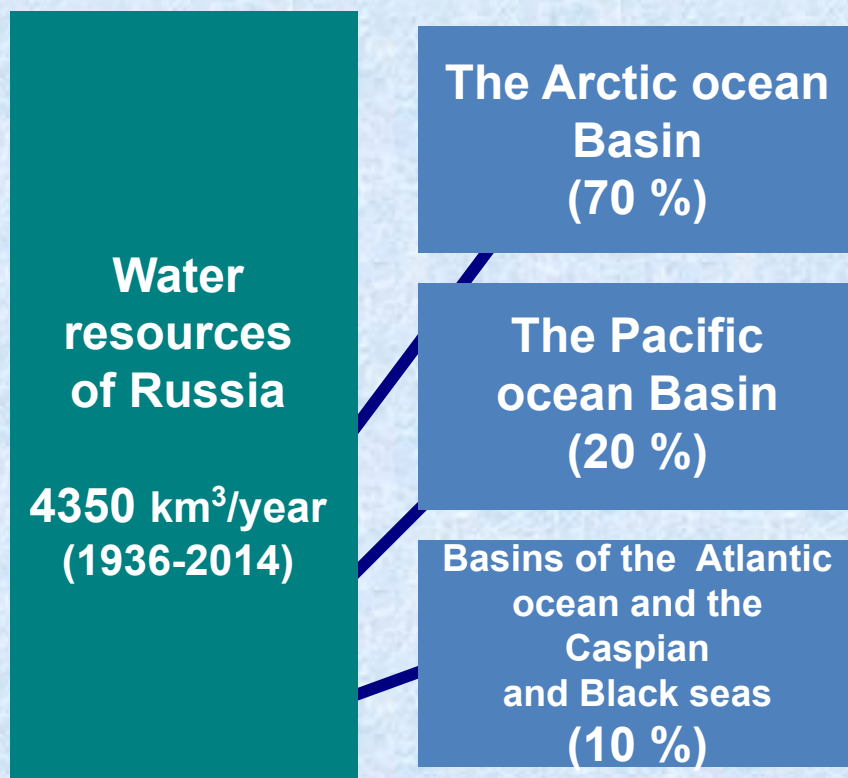
Presentation Outline

- **River water resources of the Russian Federation and their long-term dynamics**
- **Changes in seasonal runoff**
- **Possible future changes**

Водные объекты РФ

- Количество рек – 2 миллиона 300 тысяч
- Количество озер – 2 миллиона 200 тысяч
- Количество водохранилищ – 2300 (в т.ч. 363 емкостью > 10 млн. м³)
- Болота занимают 11 % территории РФ

Water resources of the Russian Federation



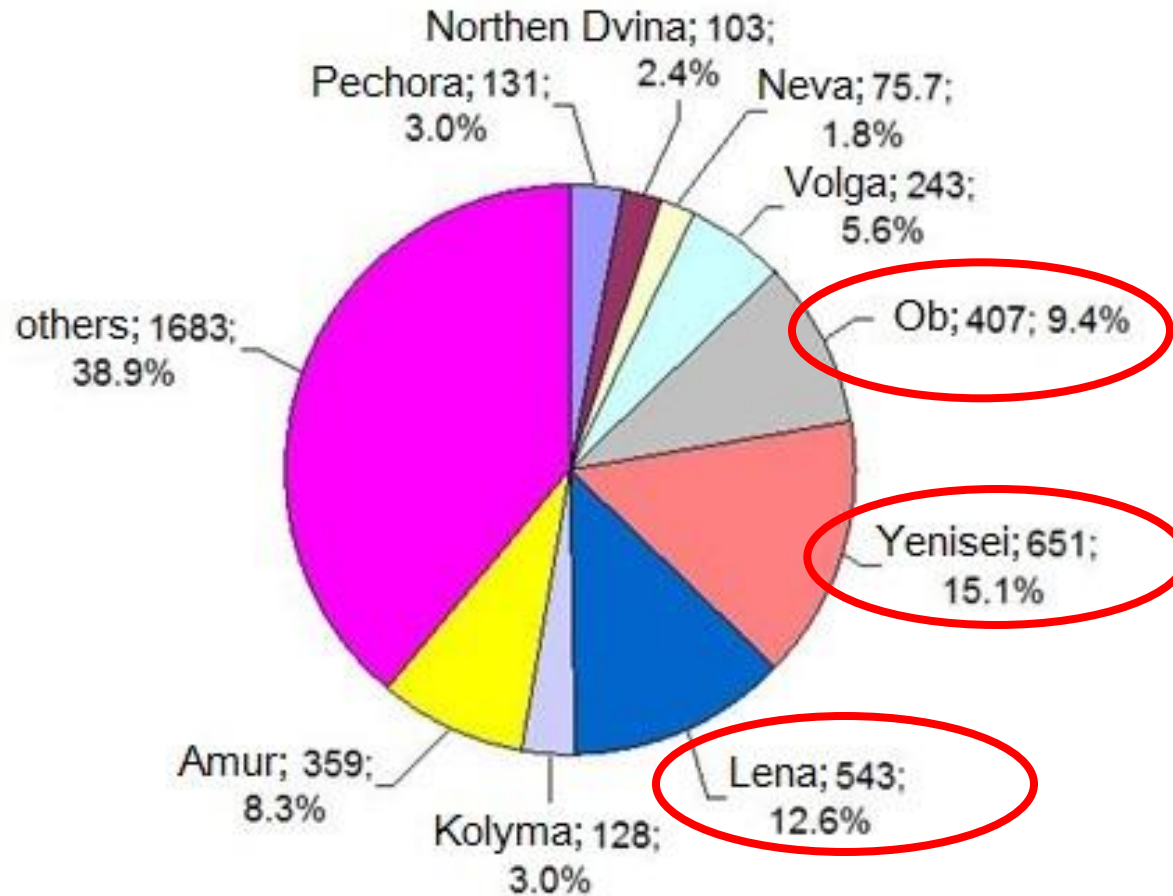
Russia is one of the most prosperous countries over the world in respect of renewable water resources

Average annual water resources of the Russian Federation during 1936-2014 period reach **4350 km³/year**

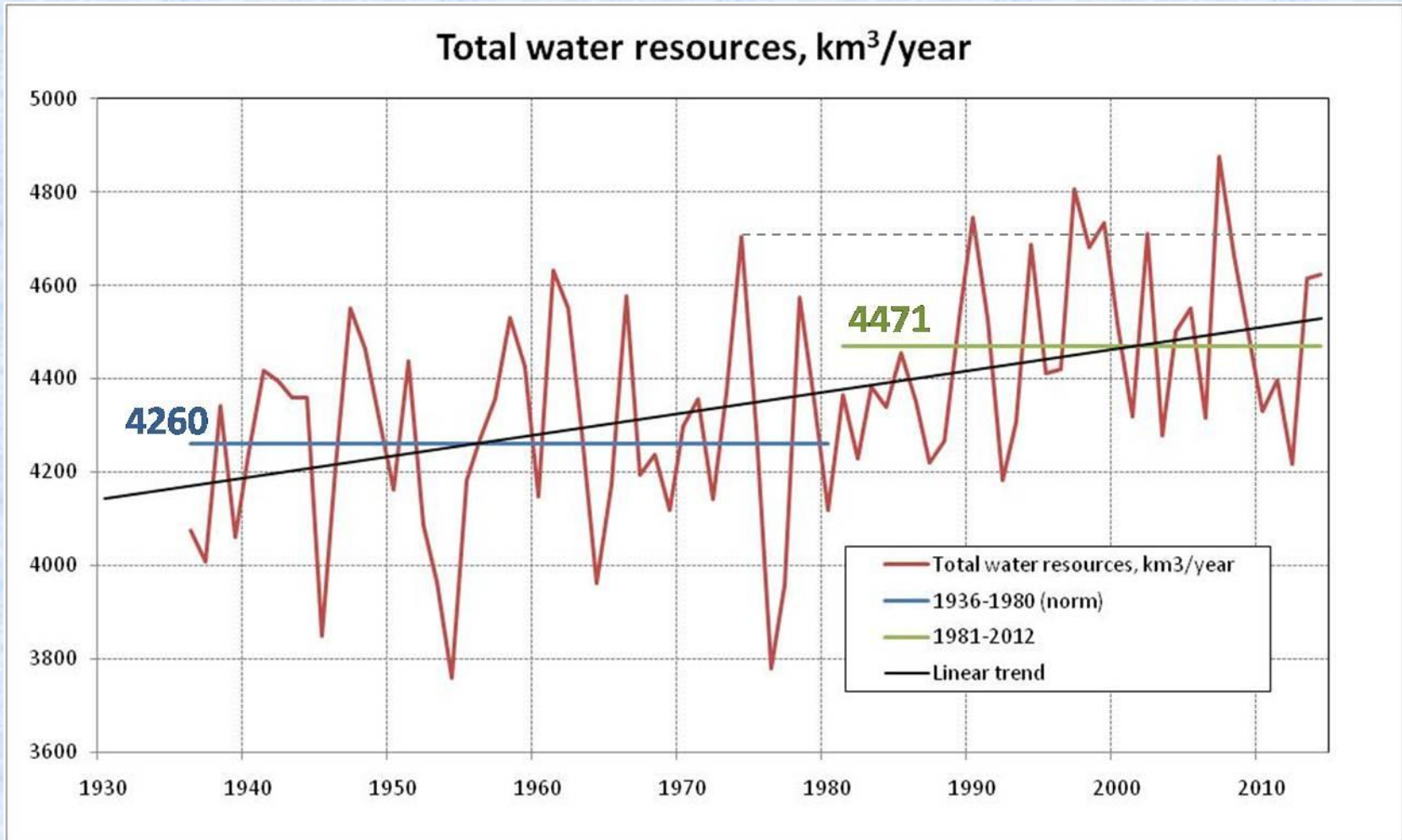
4140 km³/year formed within the country

210 km³/year coming from the neighboring states

Water resources of the largest Russian rivers in km³/year and their contribution in % to the total water recourses

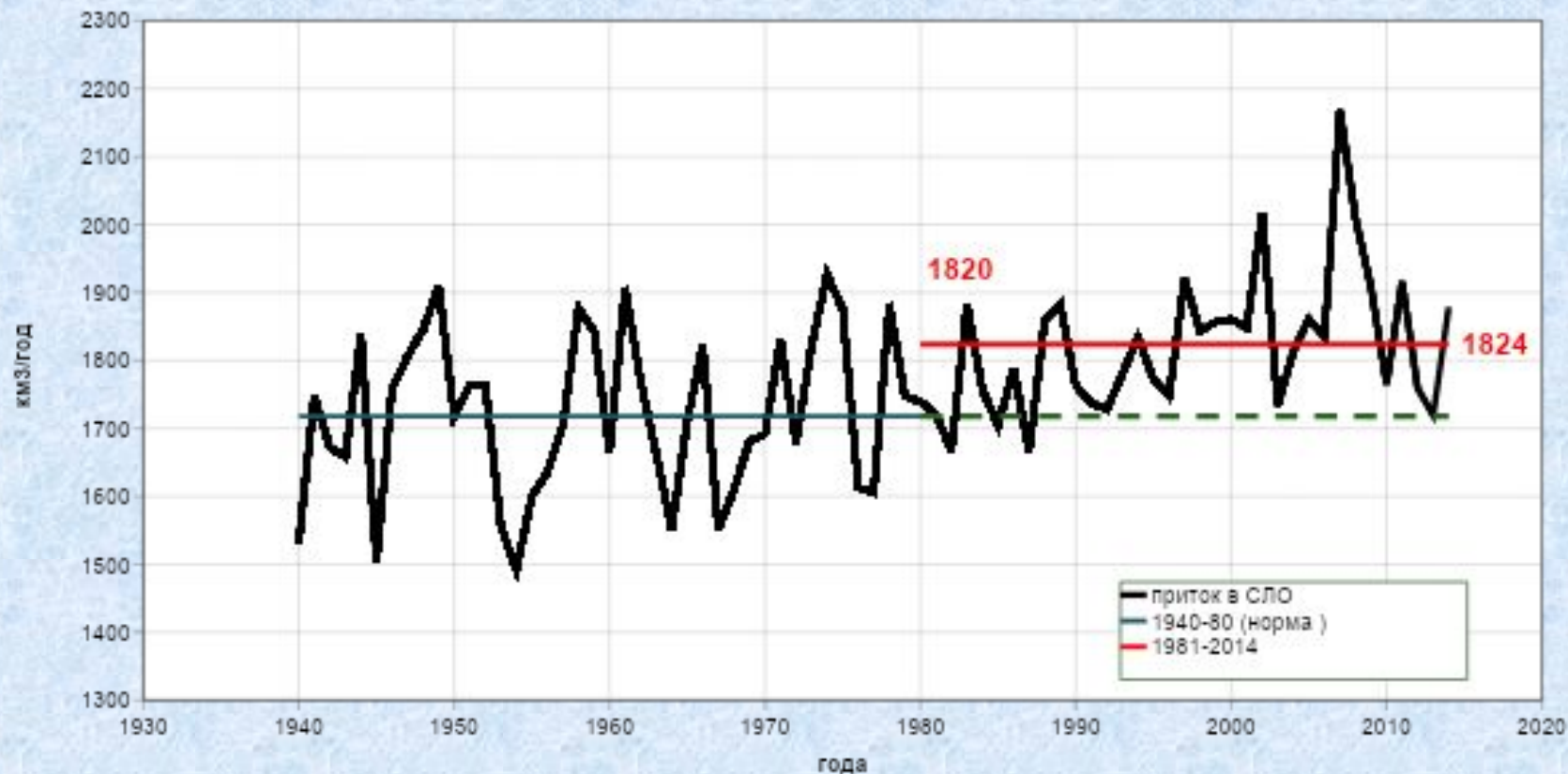


The long-term dynamics of renewable water resources of the Russian Federation



The total increase in the Russian water resources for 1981-2012 period amounted to the average of 211 km³/year, which is 5,0% higher than it was during 1930-1980. The water resources increase is representative for all federal districts of Russia.

Суммарный сток крупнейших рек бассейна Северного Ледовитого океана: Печоры, Северной Двины, Оби, Енисея, Лены, Колымы



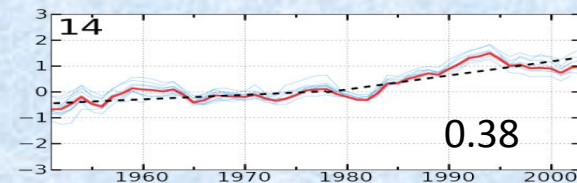
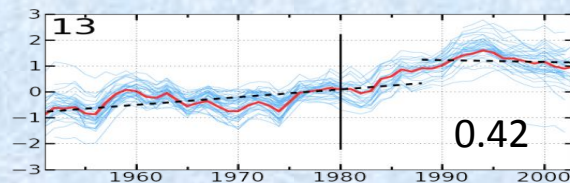
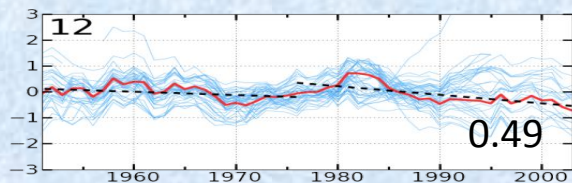
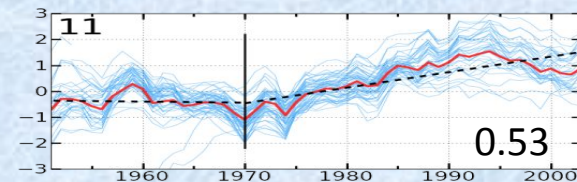
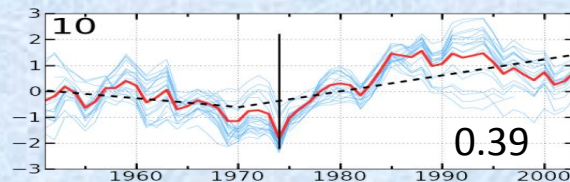
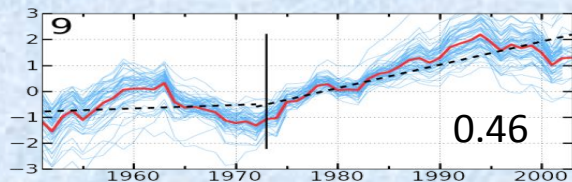
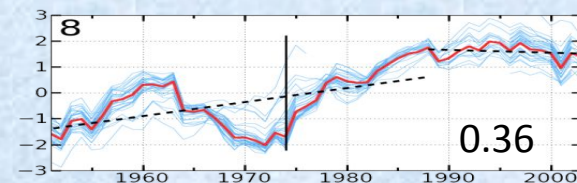
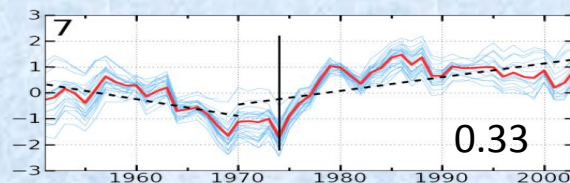
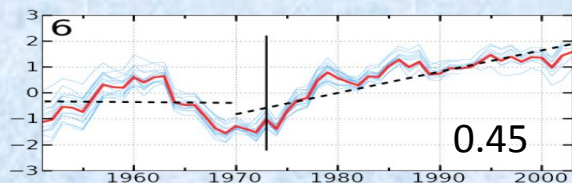
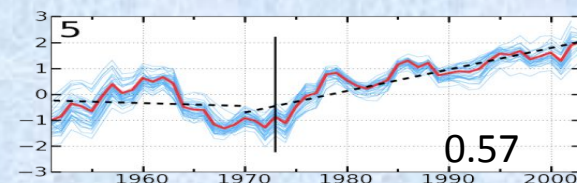
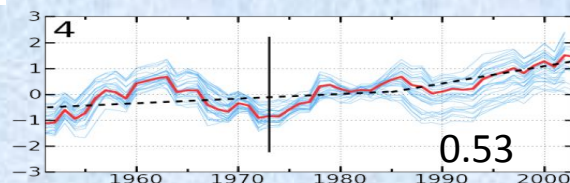
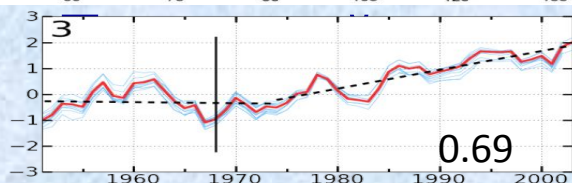
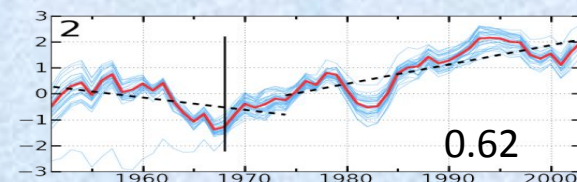
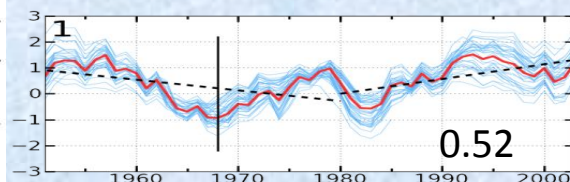
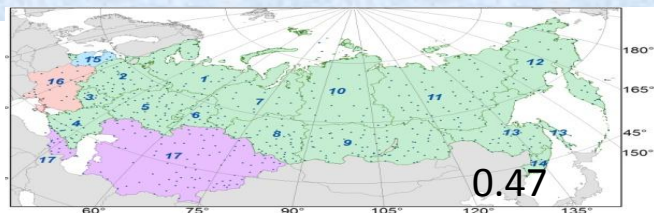
Changes in river runoff resources by Federal Districts during 1981-2012 period in comparison with 1930-1980 period

Federal District	Area, thsd. km ²	Average annual water resources, km ³ /year		Anomaly (1981÷2012 - 1930÷1980)	
		1930-1980	1981-2012	km ³ /year	%
North-West	1687	607	654	47,5	7,8
Central	650	126	137	10,5	8,3
Volga	1037	271	308	37,0	13,6
South	421	289	342	26,1	8,2
North Caucasus	170	27,5			
Ural	1818	597	605	7,3	1,2
Siberian	5145	1321	1368	47,1	3,6
Far East	6169	1848	1902	54,2	2,9
Russian Federation	17098	4259	4463	204	4,8

ПОЧЕМУ?

Произошедшее на территории
России потепление –
свершившийся факт !

Regional changes in air temperature, °C/10 year (200)

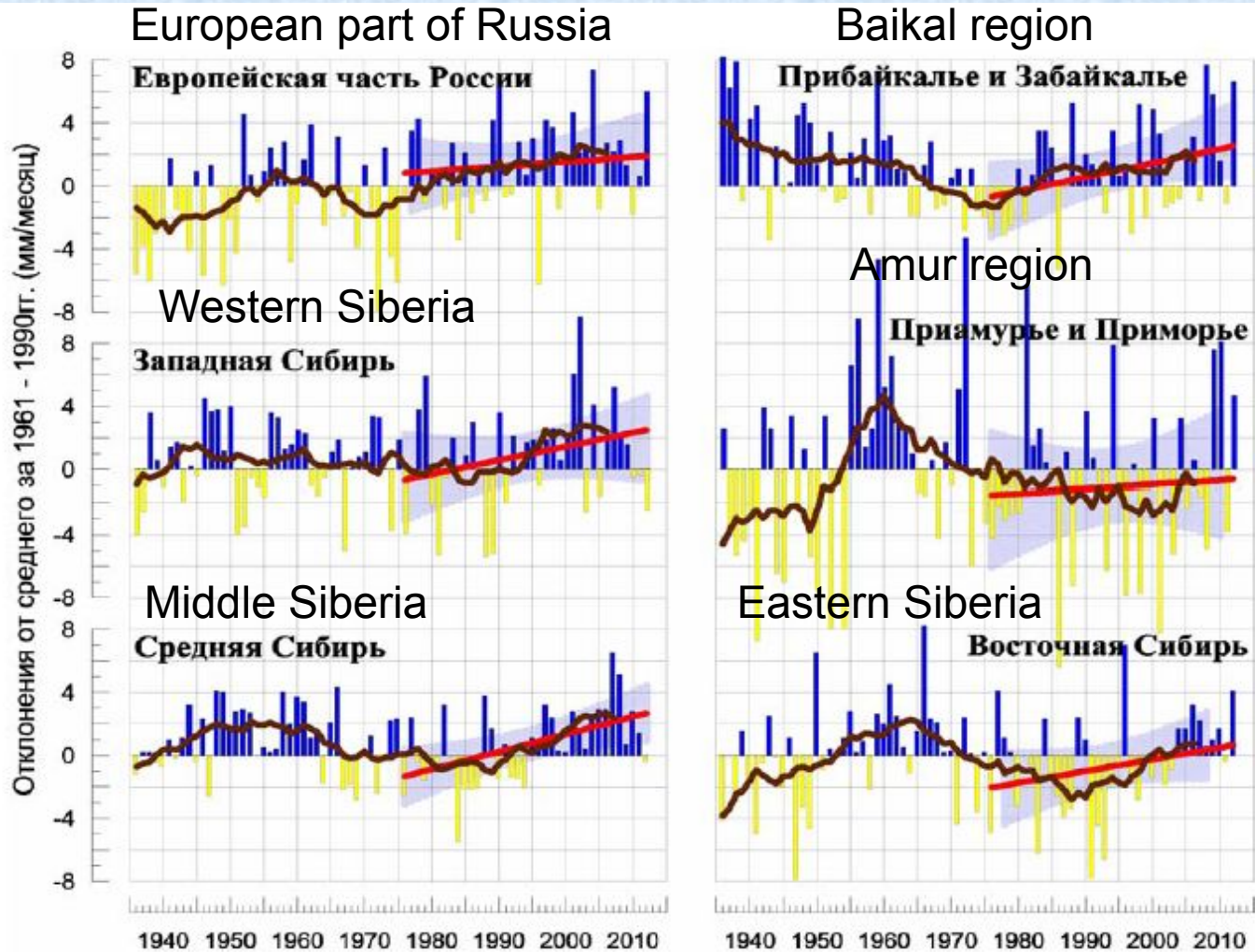


— - regionally averaged air temperature by hydroclimatic regions;
— - air temperature of some selected meteorological stations of hydroclimatic regions;
Vertical lines indicate the beginning of modern climatic period;
Numbers are regionally averaged trends of mean annual air temperature (degree centigrade per 10 year) calculated over the modern climatic period

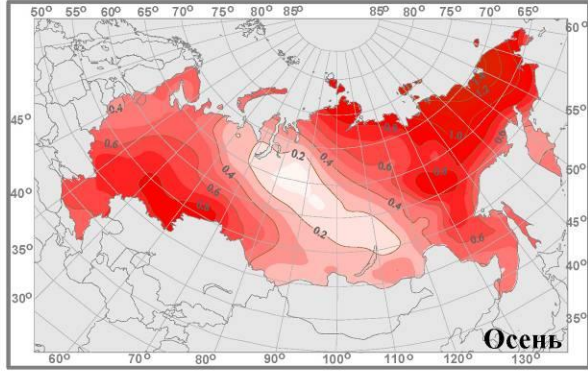
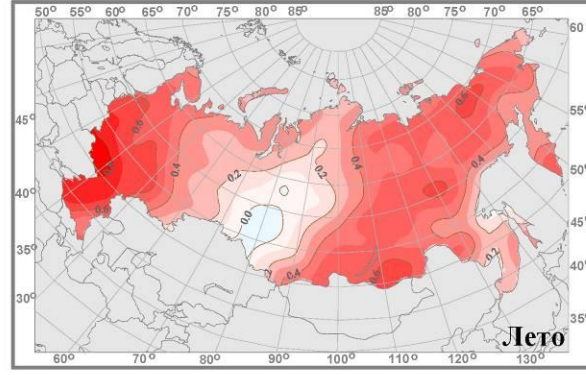
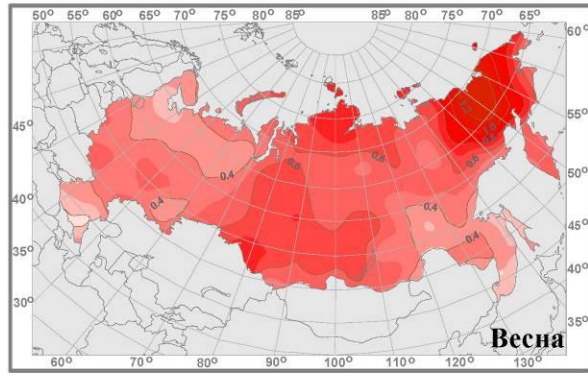
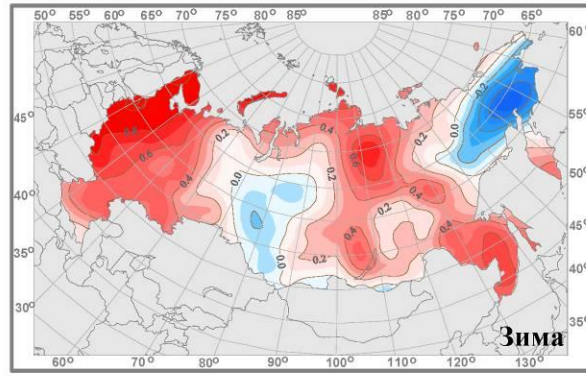
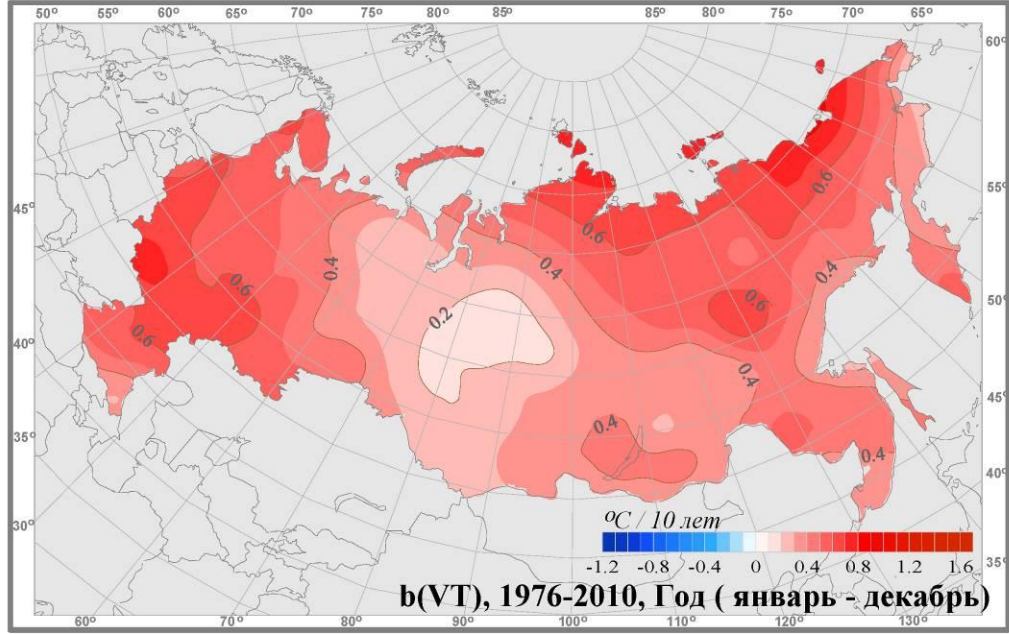


Anomalies of precipitation (mm/month) during 1936-2012 period in comparison with 1961-1990 period averaged over main regions of Russia

Deviation from the average value over 1961-1990 period
mm/month



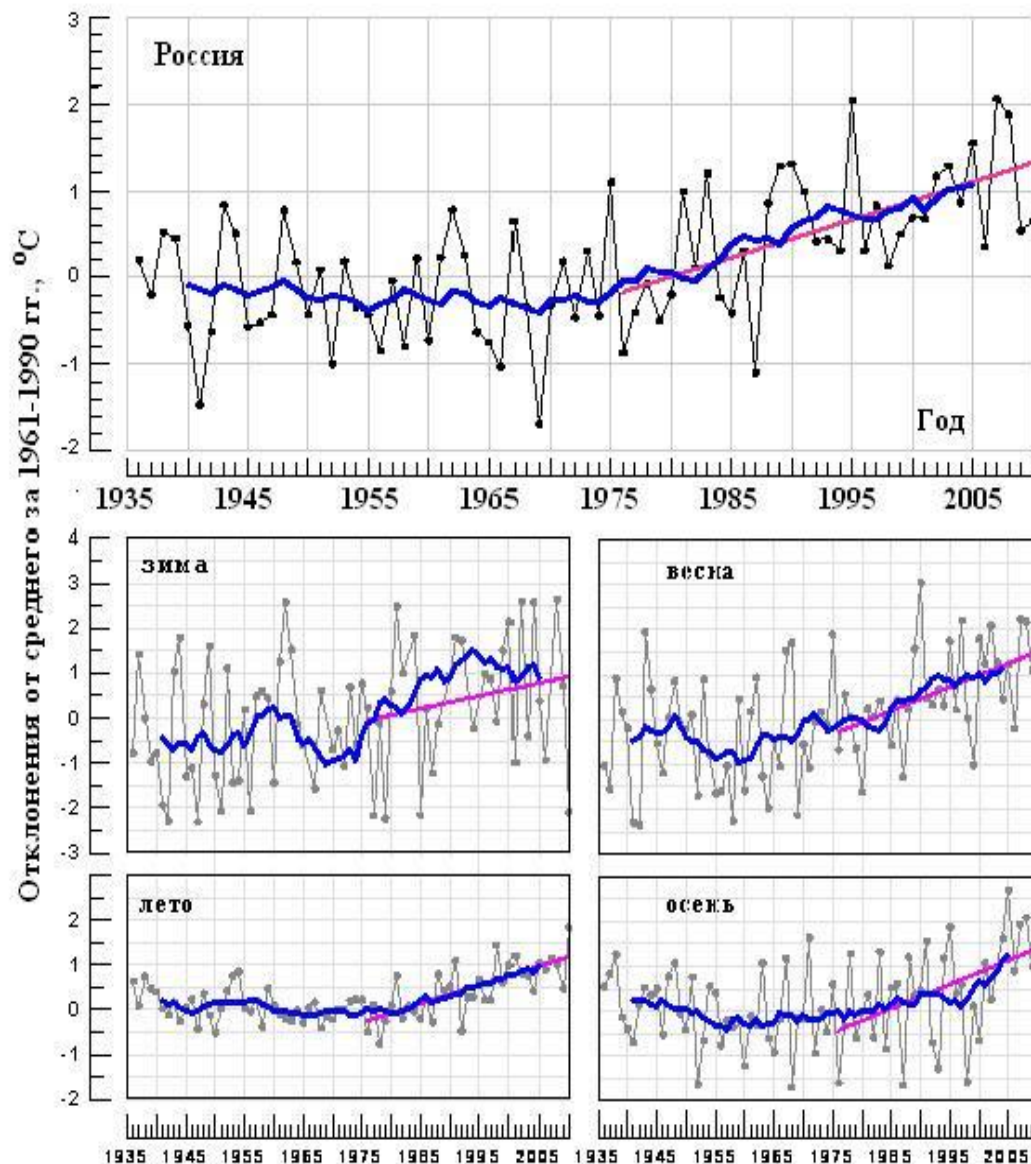
Средняя скорость
изменения
среднегодовой и средних
сезонных температур
воздуха
на территории России
за период 1976-2010 гг.
(°C/10 лет)



(Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации, Москва, Росгидромет 2011)

Средние годовые и сезонные
аномалии температуры
приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$)
осредненные по территории
Российской Федерации за
период 1936-2010 гг.

Сглаженные кривые соответствуют
11-летнему скользящему усреднению.
Линейные тренды показаны за 1976-2010
гг.



(Доклад об особенностях климата на
территории Российской Федерации, Москва,
Росгидромет 2011)

Какова реакция стока рек на произошедшее потепление?

Changes in seasonal runoff

The results of a comprehensive statistical analysis of seasonal and monthly runoff of rivers with natural water regime led to conclusion that the ongoing climate changes had strongly impact on the regime of winter and summer-autumn river flows.

Методология оценки современных климатообусловленных изменений водного режима рек

Основой диагноза современных изменений речного стока является комплексный статистический анализ многолетних рядов годового, весеннего, летне-осеннего и зимнего стока **средних рек**.

Выбор створов для анализа производится с учетом следующих условий:

- наличие данных наблюдений продолжительностью не менее 50-60 лет;
- отсутствие или минимальное количество пропусков в наблюдениях;
- минимальное влияние хозяйственной деятельности на годовой и сезонный сток.

С учетом этих условий в ГГИ используется постоянно пополняемый архив данных по месячному стоку средних рек России, который служит основой для оценки гидрологических последствий потепления последних десятилетий XX – начала XXI веков. В настоящее время архив насчитывает **более 400 постов** на реках России, в т.ч. **79 постов** в бассейне Волги.

В результате статистического анализа многолетней динамики водности этих рек установлено:

- что с конца 1970-х – начала 1980-х гг. на реках РФ произошли значительные изменения во внутригодовом распределении стока, характеризующиеся, прежде всего, существенным увеличением меженного стока, особенно зимнего, практически на всей территории страны.
- эти изменения уже оказывают существенное влияние на ряд отраслей экономики страны (энергетика, водный транспорт, промышленно-коммунальное и сельскохозяйственное водопотребление).

Для количественных оценок произошедших климатообусловленных изменений водного режима были выделены два периода – базовый (1946-1977 гг.), в течение которого не отмечалось направленных изменений водности, и современный период с 1978 г., в течение которого произошло существенное увеличение стока меженных месяцев.

Данные расчетов позволили районировать территорию по характеру современных изменений сезонного и годового стока, а также его внутригодового распределения.

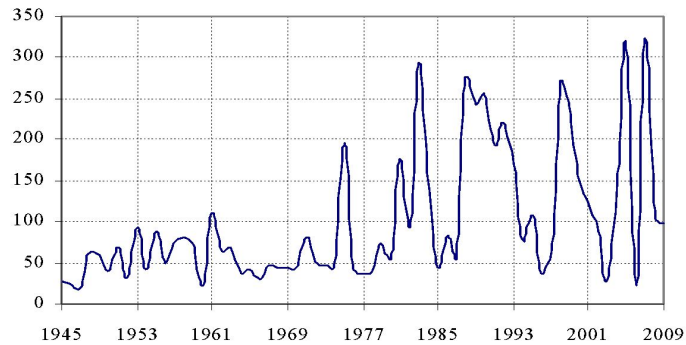
В результате были выявлены регионы с наиболее значительными изменениями стока, где многолетние ряды отдельных гидрологических характеристик уже нельзя рассматривать с позиций стационарности (бассейн Волги, Дона, Днепра, реки западной части ЕТР).

Аномалии зимнего стока (%) на реках России

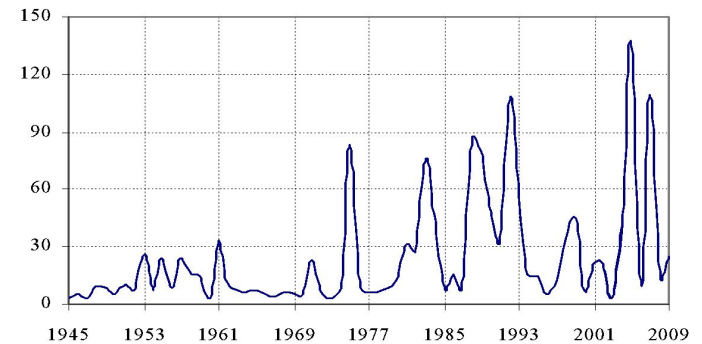


Многолетняя динамика зимнего стока рек запада ЕТР (м³/с)

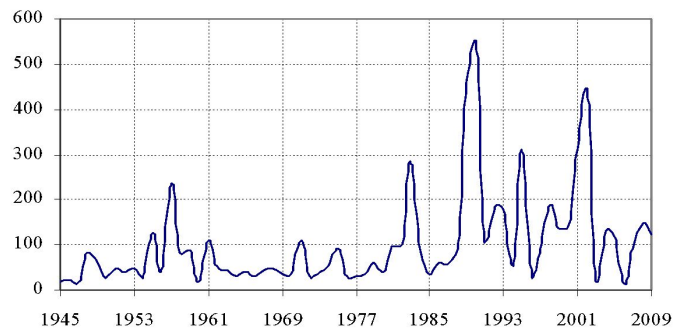
р.Великая - д.Пятоново (январь)



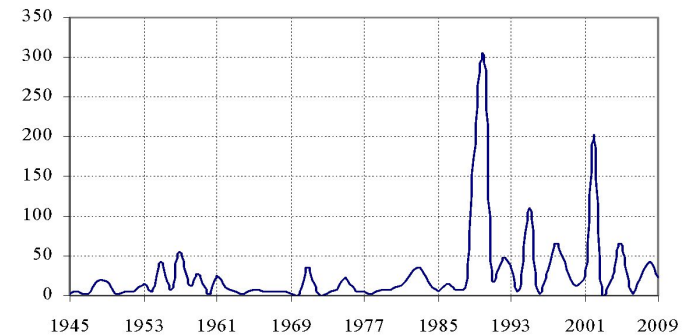
р.Шелонь - д.Заполье (январь)



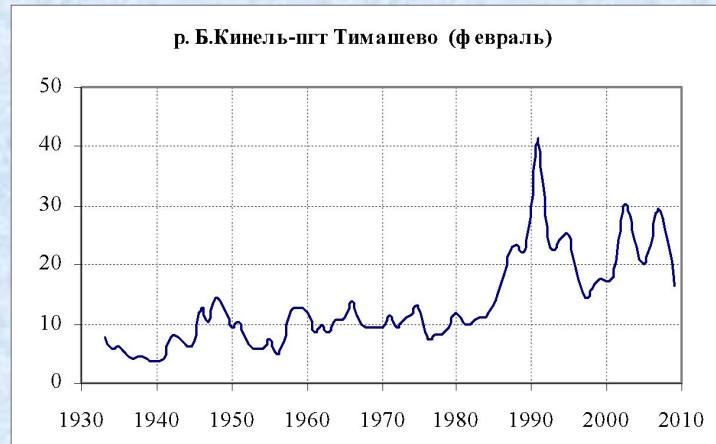
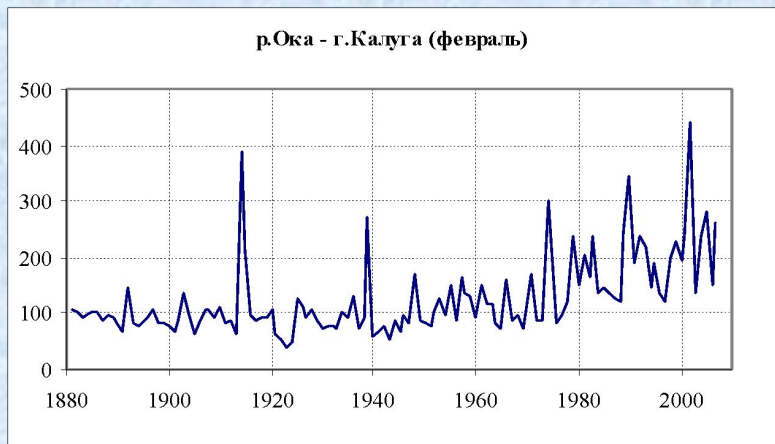
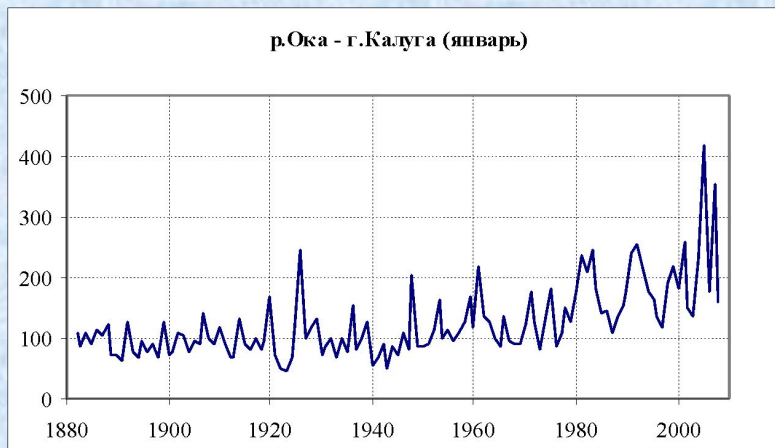
р.Великая - д.Пятоново (февраль)



р.Шелонь - д.Заполье (февраль)



Многолетняя динамика зимнего стока рек лесостепной зоны ЕТР (м³/с)



Anomalies of spring runoff



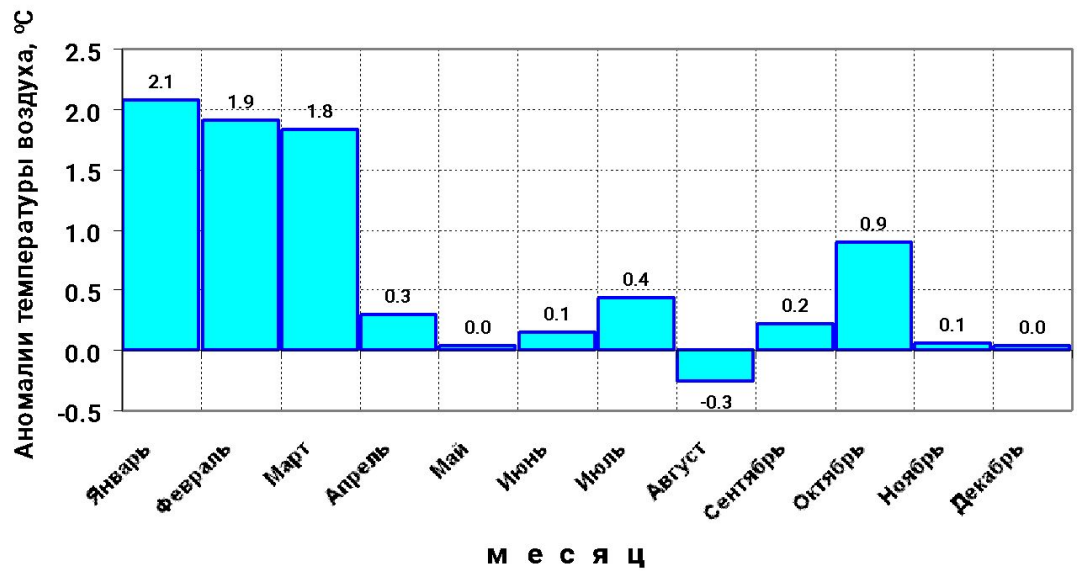
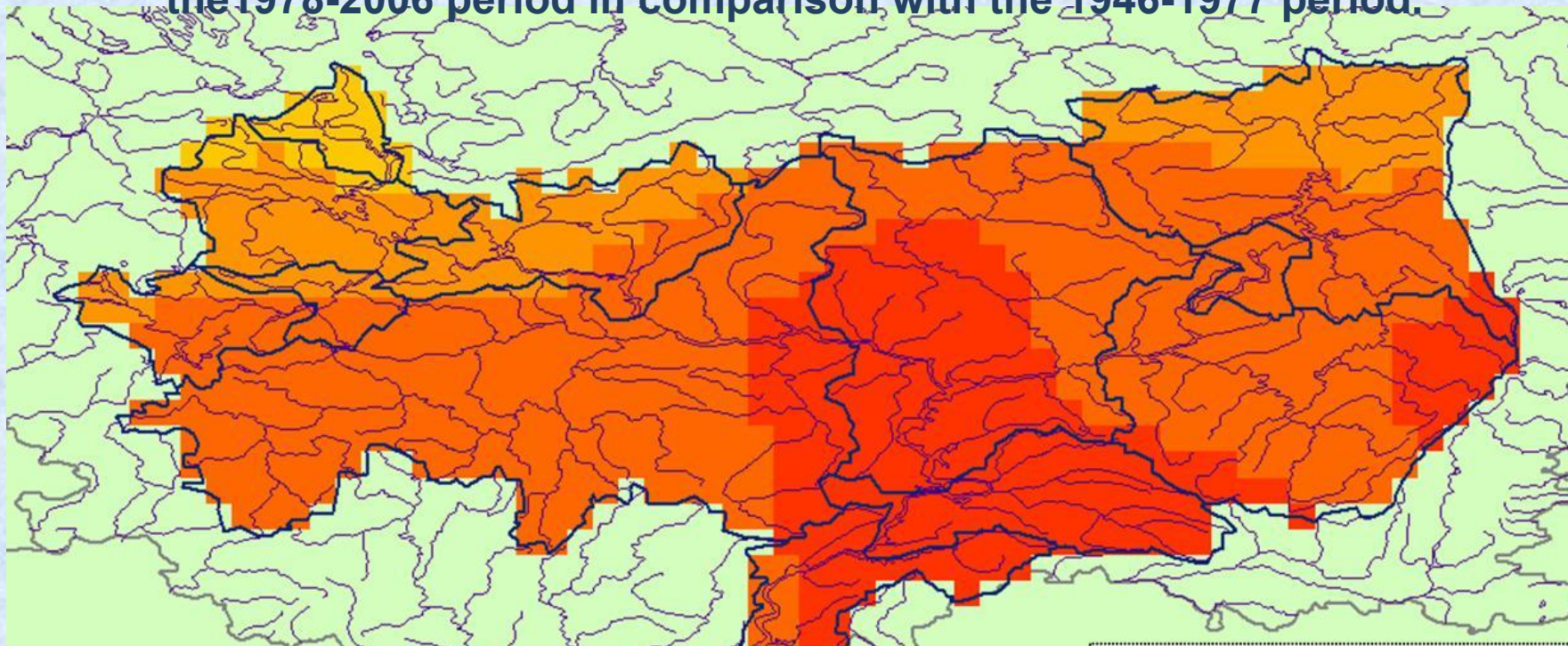
WHY?

It was found out that the winter air temperatures rising led to:

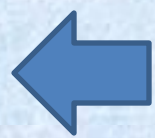
- a decrease in soil freezing depth with increase of its draining properties;
- an increase of number and duration of winter thaws, during which both snowmelting and meltwater outflow from the snowpack occur;
- ground water recharge and surface runoff formation.

As a result, we see the river runoff during winter period increased and snow water equivalent before melting period reduced, what created the conditions for decreasing of spring flood runoff.

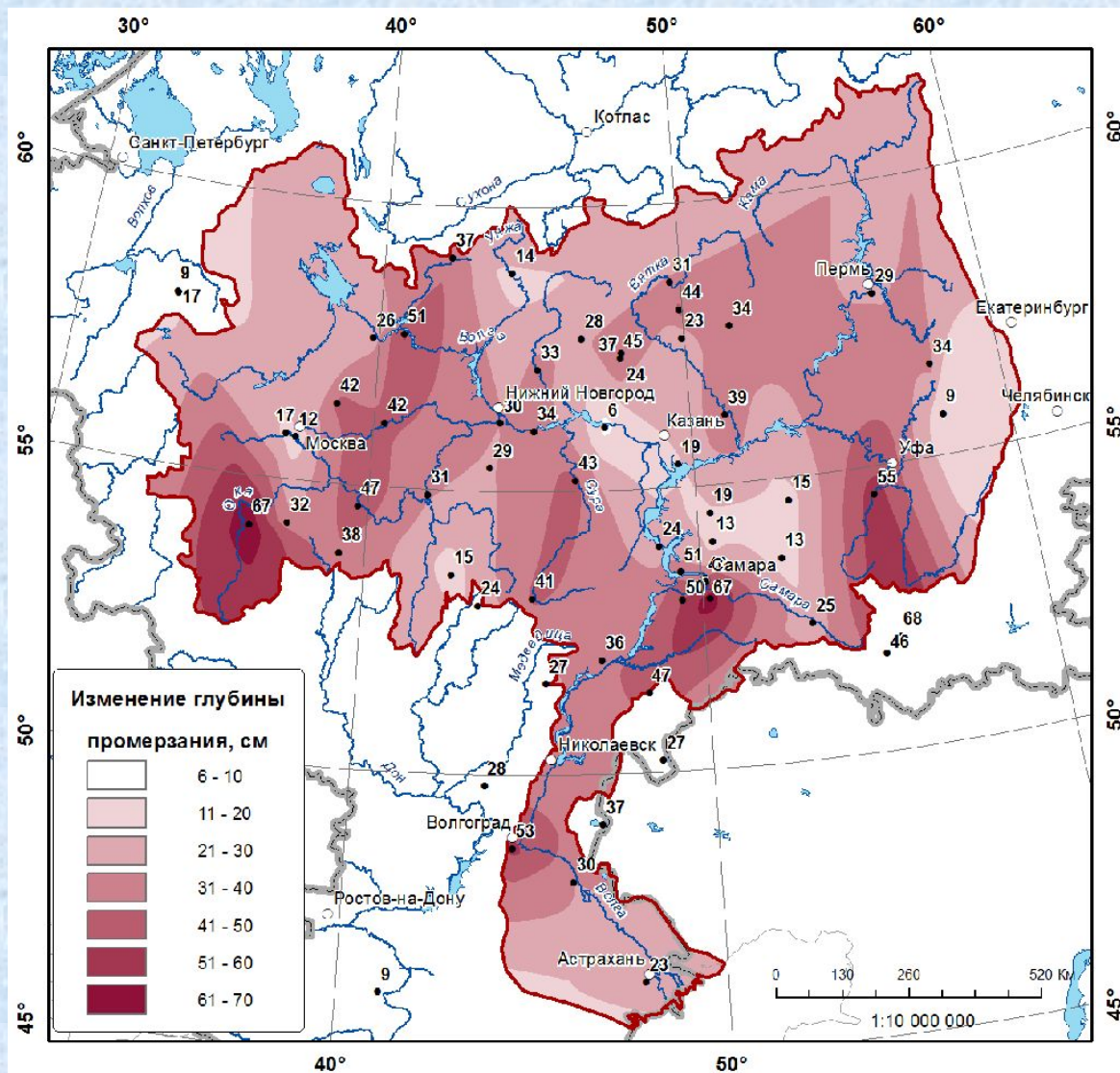
Changes in winter air temperature in the Volga river basin during the 1978-2006 period in comparison with the 1946-1977 period.



Monthly distribution of air temperature anomalies during the 1978-2006 period in comparison with the 1946-1977 period.



Decrease in soil freezing depth in the Volga river basin during 1978 – 2012 relative to 1950-1977

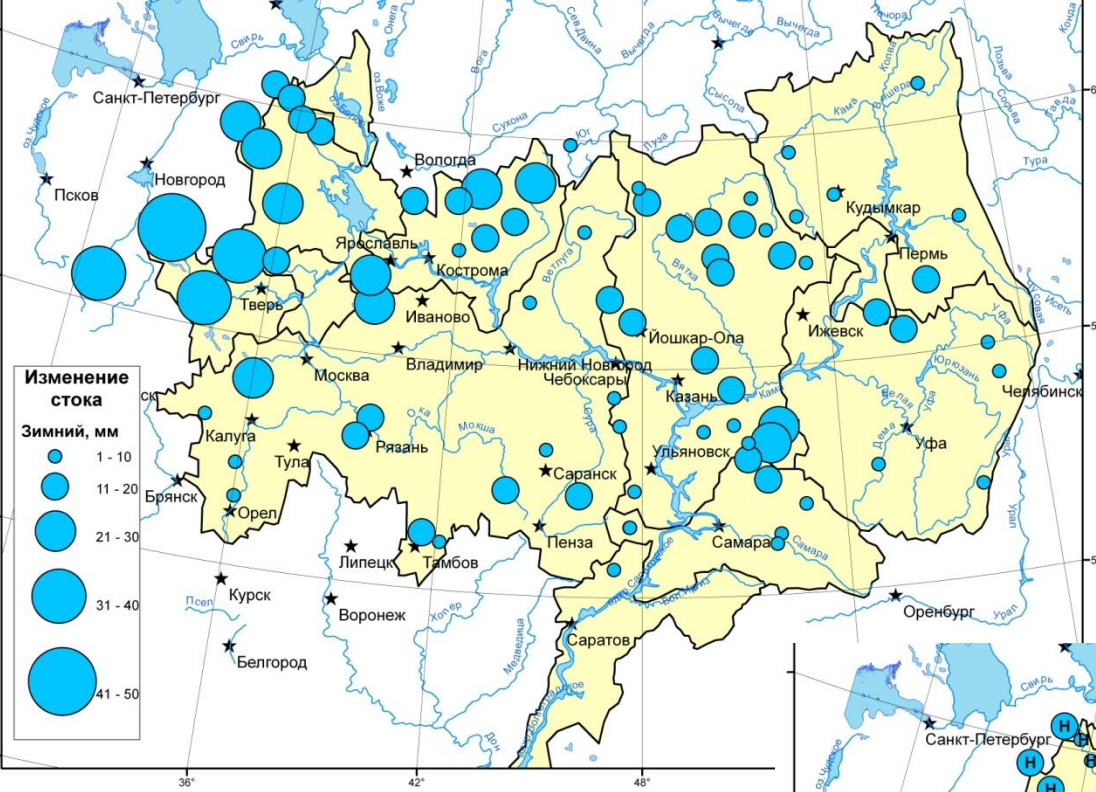


Maximum snow water equivalent dynamics (mm) in the Volga river basin calculated based on satellite data (Global Monthly EASE-Grid Snow Water Equivalent Climatology)

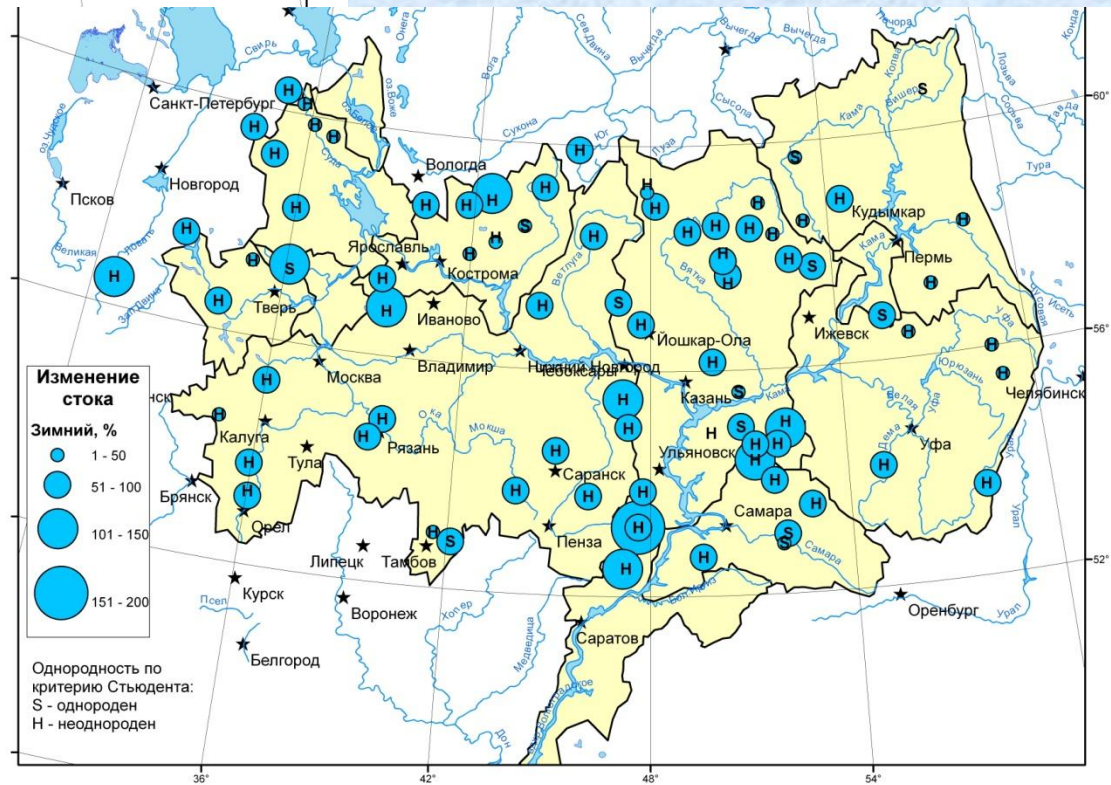


Изменение зимнего стока в бассейне Волги

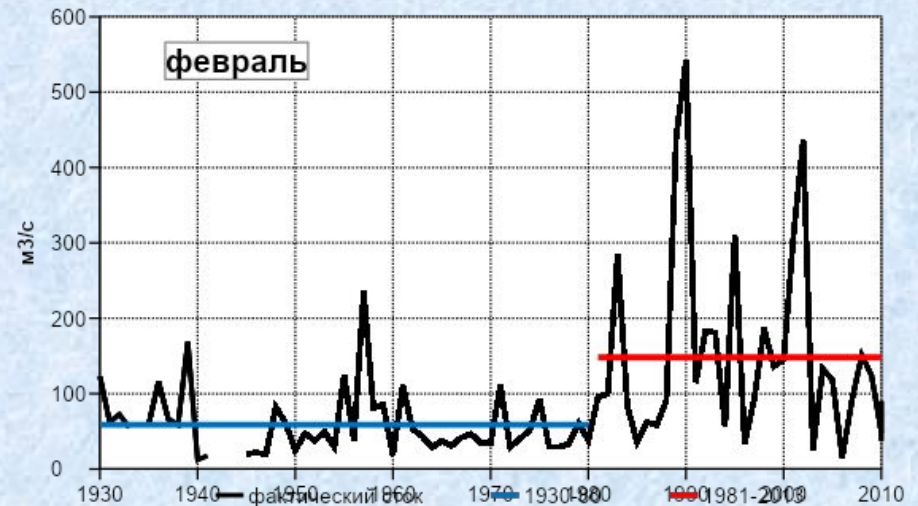
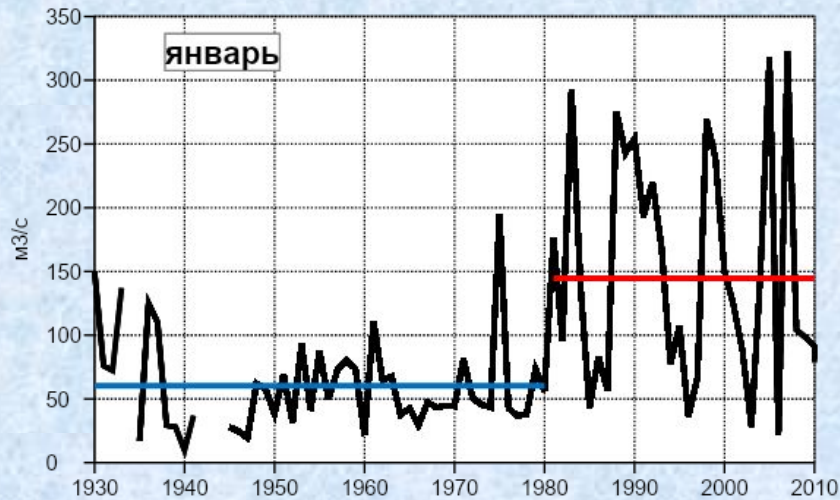
Относительное (%)



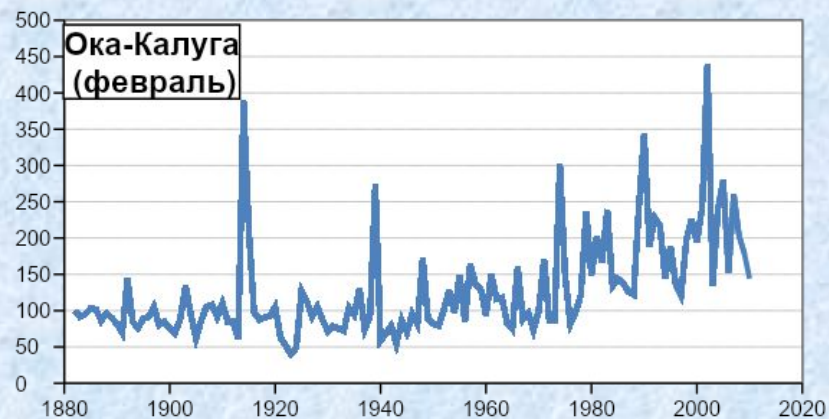
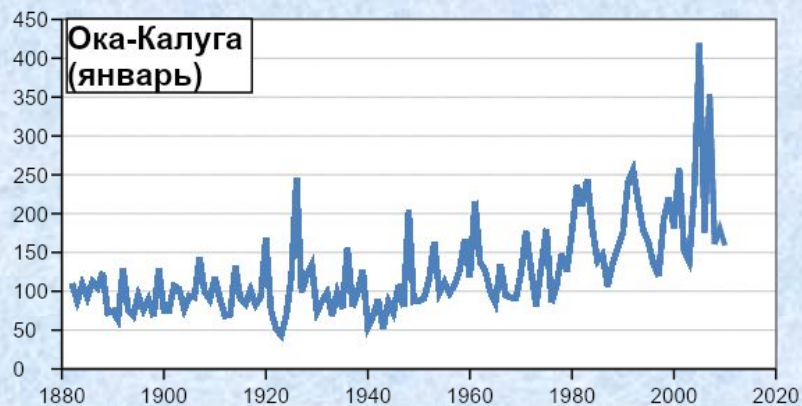
Абсолютное (мм)



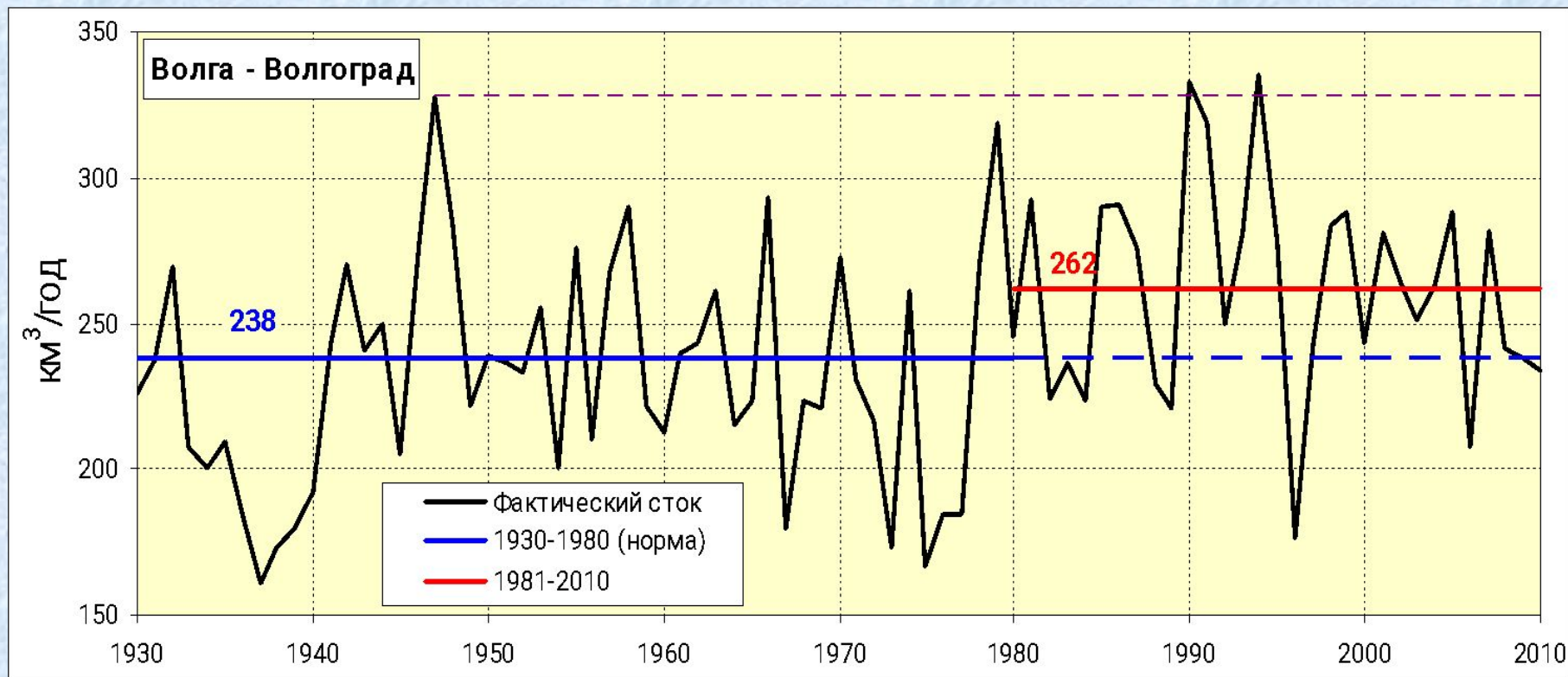
Многолетняя динамика расходов воды р. Великая – д.Пятоново за январь и февраль



Многолетняя динамика зимнего стока рек лесостепной зоны ($\text{м}^3/\text{с}$)



Многолетняя динамика водных ресурсов бассейна Волги



За последние 30 лет только восемь лет характеризовались водными ресурсами несколько ниже нормы, зато дважды (1990 и 1994) было превышено максимальное значение годового стока базового периода (1947 г.).

Общее увеличение водных ресурсов Волги за последние три десятилетия относительно нормы составило в среднем $24 \text{ км}^3/\text{год}$ или 10%.

Summary

- The main feature of the modern water regime changes in the most part of the country is the significant increase in water content during the low-flow periods, especially during the winter months in the past 30 years.
- There are positive trends of increasing of winter and summer-autumn low-water runoff for the most rivers considered within the major regions of Russia.
- The observed "synchronization" of the low flow runoff changes (especially winter runoff) for the large country areas and the scale of these changes are extraordinary and have no analogues in the XX century.
- The analysis of observational data over the last hundred years allow us to make the conclusion that such situation happened for the first time since previously all significant low and high water phases were determined primarily by the magnitude of spring flood runoff.

Possible future changes

There is no reason to expect any significant changes in the water resources of the main Russian rivers as a result of climate warming in the coming decades. Over the most part of the country it will probably be an insignificant increase in annual runoff within its natural variability (within 5%).

Regarding to the possible future changes in seasonal river runoff it is expected that the identified tendencies based on the observational data will remain. There will be an increase in winter runoff which will require adaptation efforts including revision of water reservoirs management system.

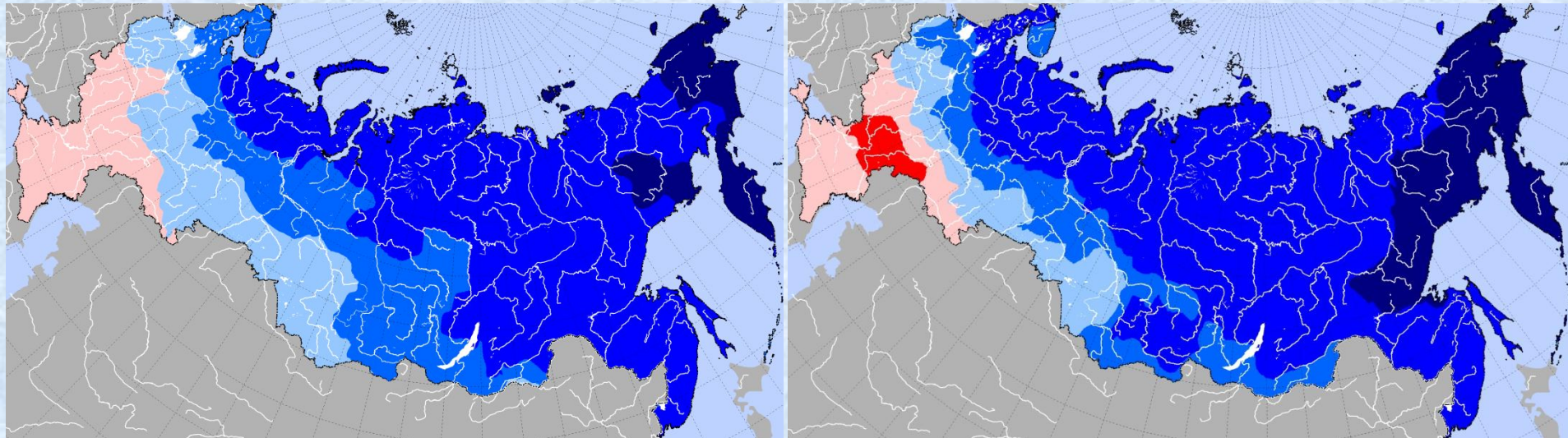
Possible future changes

However, the most problematic regions from perspective of water availability are the Don basin in the EPR and the upper part of the Ob basin in the APR.

There is an opportunity of water resources declining in these basins as a result of climate change which must be taken into account in advance while water supply planning.

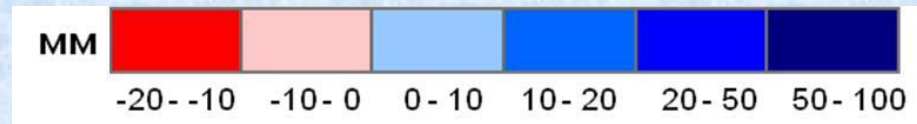
Anomalies of river runoff over the Russian Federation by 2050

Ensemble of 24 models (CMIP-5)



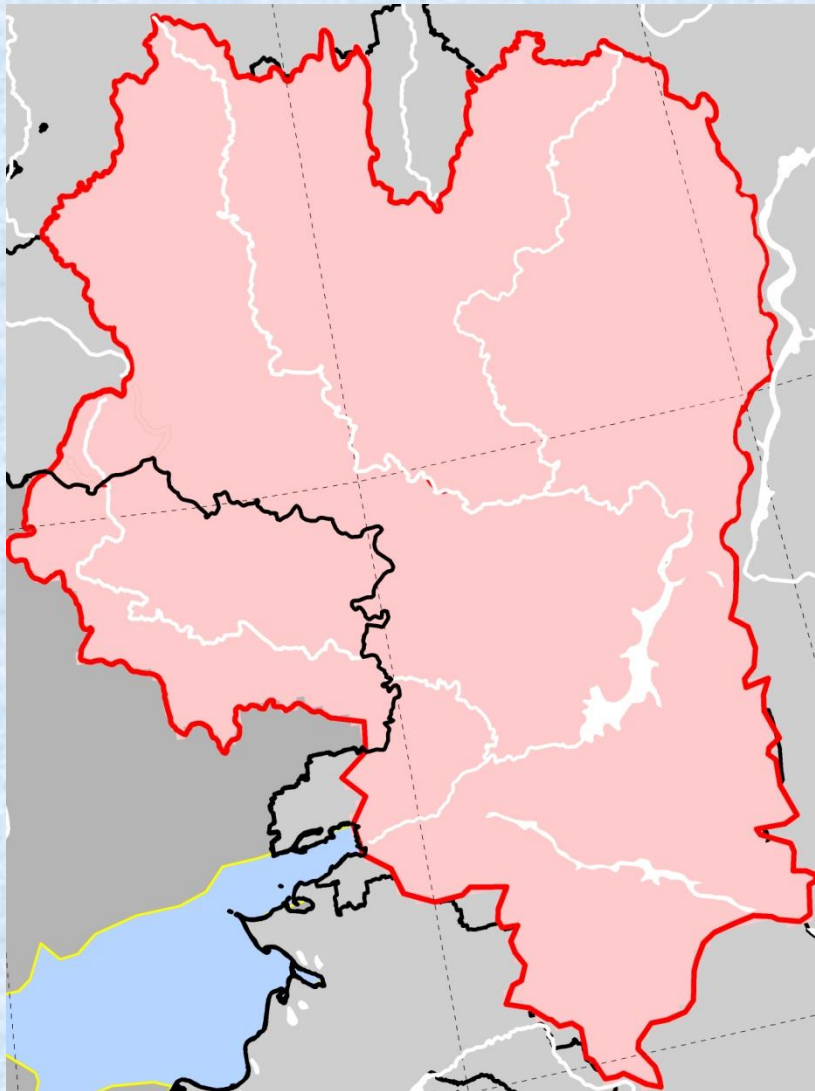
RCP-45

RCP-85

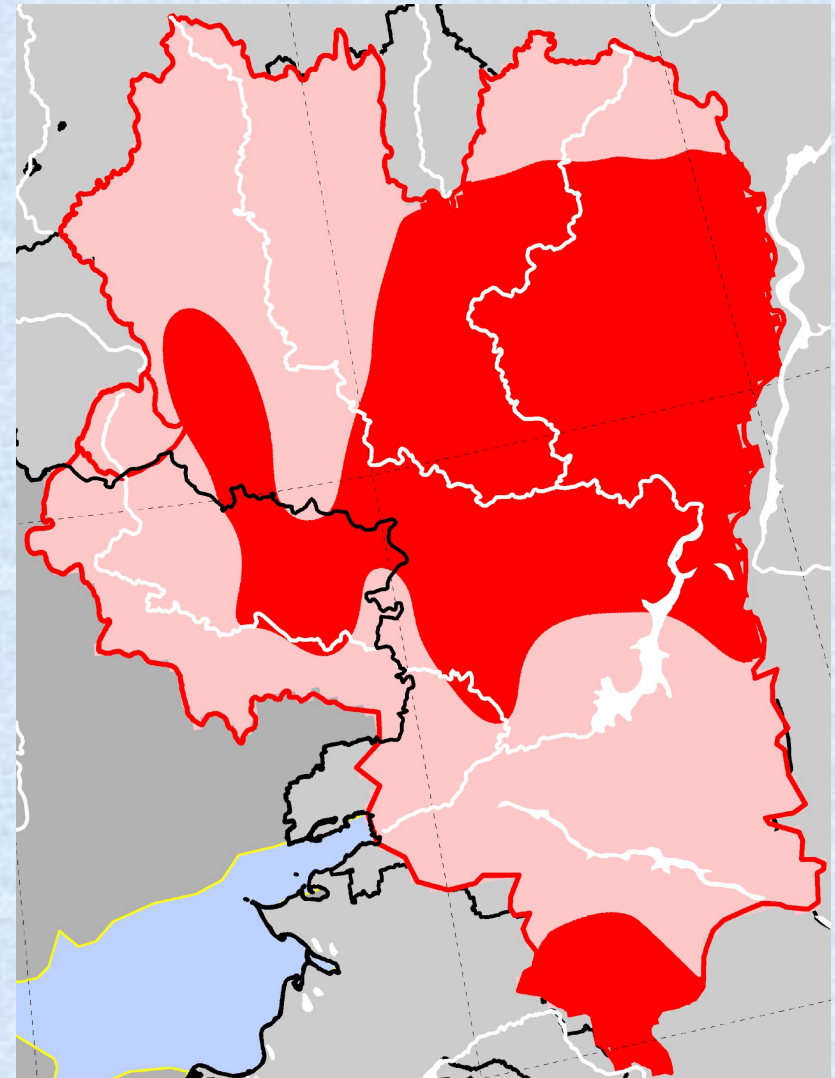


Anomalies of river runoff in the Don river basin by 2050

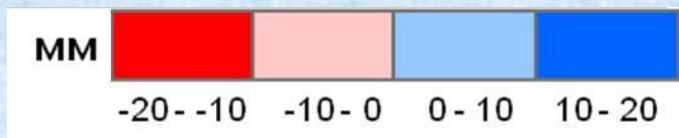
Ensemble of 24 models (CMIP-5)

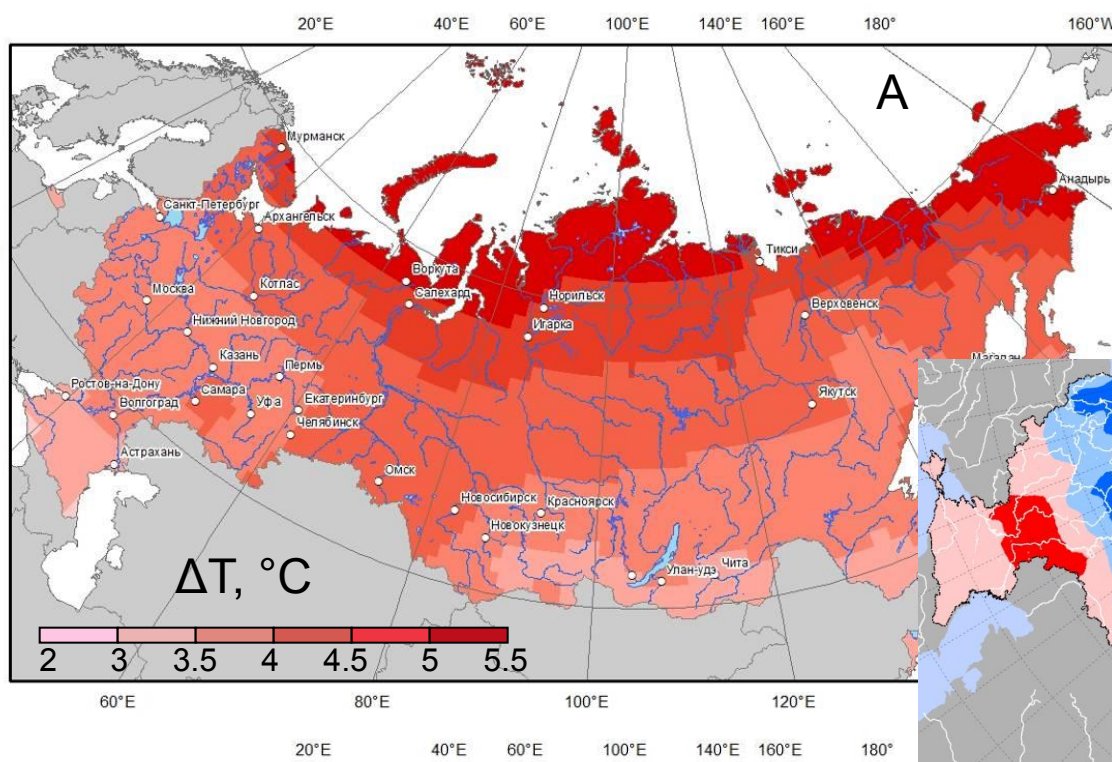


RCP-45

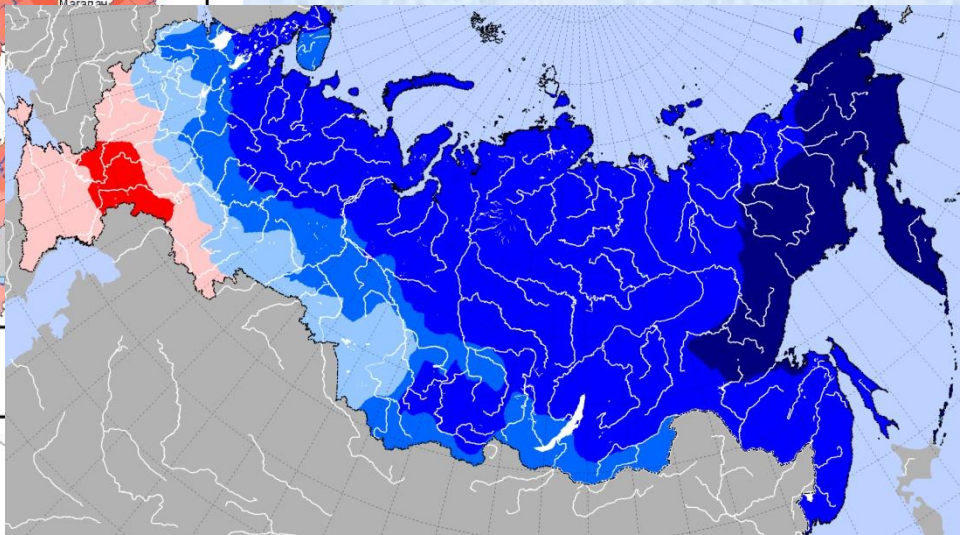
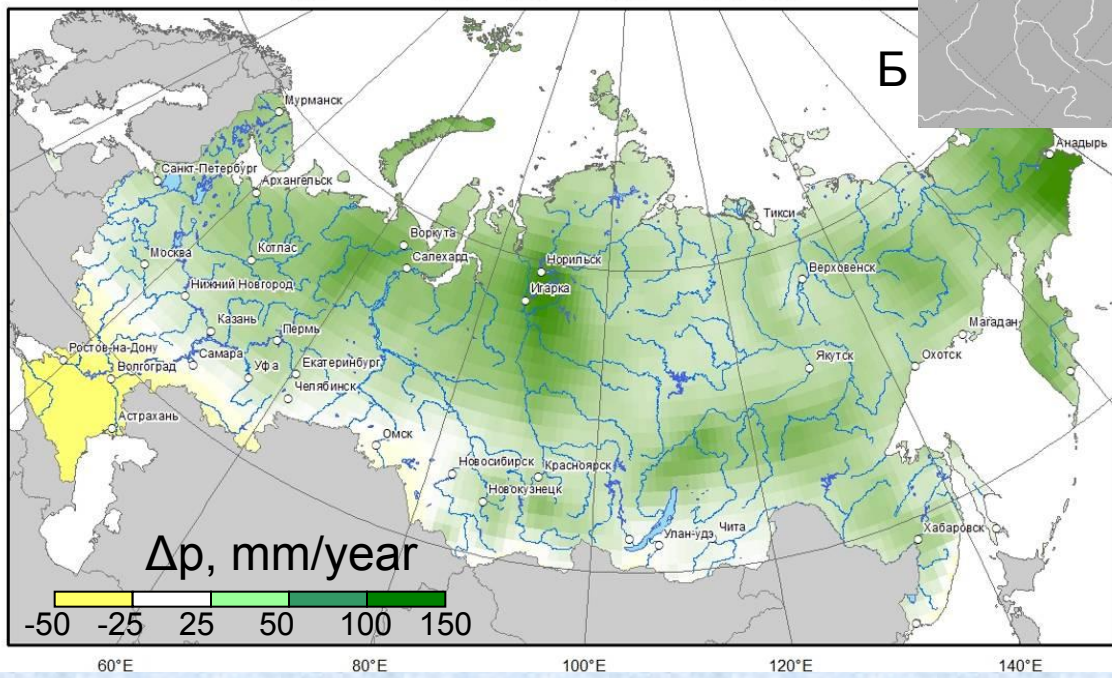


RCP-85





Projected changes in annual average air temperature (A) and annual precipitation (B) for the period 2041-2060 relative to 1961-1990 norm.



RCP-8.5 scenario (18 models CMIP5, selected based on comparison with observed meteorological data).

(Анисимов и Кокорев, 2013; Кокорев и Анисимов 2013; Anisimov et al., 2013)

Изменения среднемноголетних значений годовых слоев стока (в мм и %) в середине (2041-2060 гг.) XXI в. по отношению к базовому периоду (1981-2000 гг.), полученные по ансамблю из 24 климатических моделей проекта CMIP

по сценариям RCP-45 и RCP-85

№ п/п	Река	RCP-45		RCP-85	
		2041-2060		2041-2060	
		Изменение в мм	Изменение в %	Изменение в мм	Изменение в %
1	р. Нева	10 ± 25*	3	19 ± 22	6
2	р. Дон	-8 ± 25	-6	-10 ± 27	-8
3	р. Кубань	2 ± 22	1	-7 ± 21	-4
4	р. Терек	-1 ± 22	-1	-5 ± 35	-3
5	р. Сулак	-1 ± 11	-1	-8 ± 23	-4
6	р. Волга	3 ± 21	2	8 ± 28	4
7	р. Печора	4 ± 20	2	8 ± 28	4
8	р. Мезень	26 ± 38	9	36 ± 41	12
9	р. Северная Двина	18 ± 31	6	30 ± 35	10
10	р. Обь	9 ± 12	5	12 ± 14	8
11	р. Енисей	18 ± 9	9	28 ± 12	13
12	р. Лена	23 ± 13	12	37 ± 12	18
13	р. Амур	23 ± 18	14	19 ± 15	11

* - межмодельное среднеквадратическое отклонение

**Thank you
for your attention!**

Mikhail Georgievsky, Water resources of the Russian rivers and their changes, Proc. IAHS, 374, 75-77, doi:10.5194/piahs-374-75-2016, 2016.

Hydroclimatic regions of Russia

