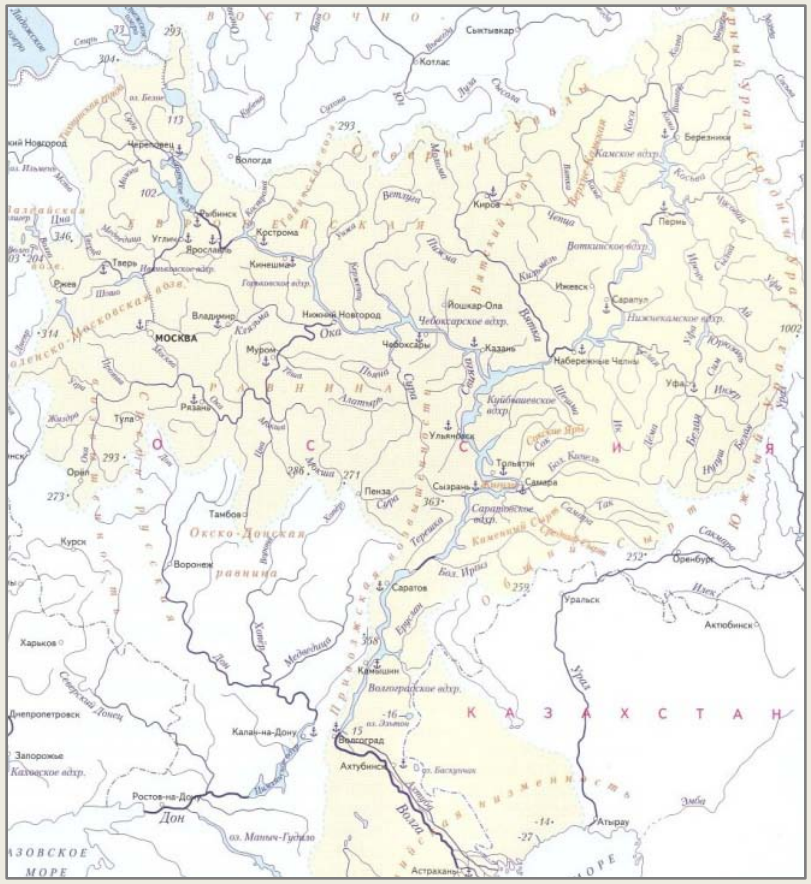
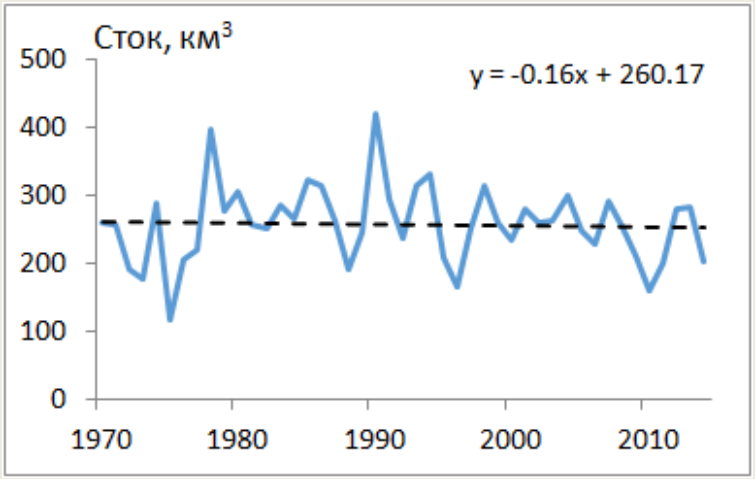
СТОК ВОЛГИ ПРИ ГЛОБАЛЬНОМ ПОТЕПЛЕНИИ НА 1.5 и 2°С

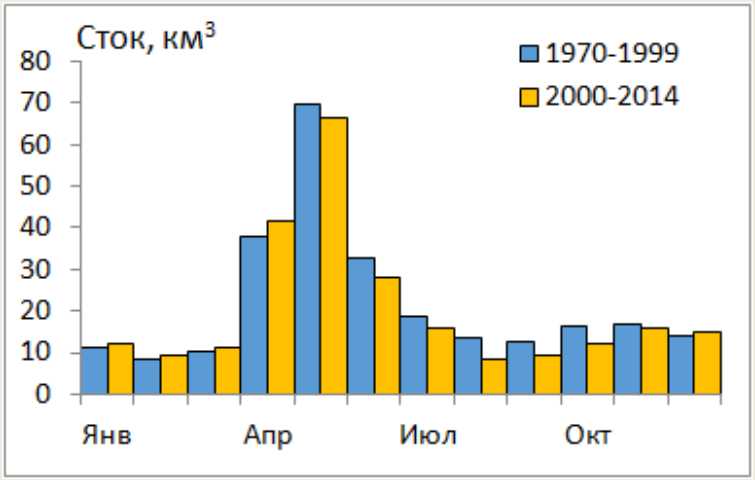
А.С. Калугин
к.г.н., с.н.с. ИВП РАН

Международная научная конференция
«ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА В РЕГИОНЕ КАСПИЙСКОГО МОРЯ» 27-28 октября 2021

Доля стока Волги от общего притока воды в Каспийское море составляет около 80%. За последние 50 лет отмечен статистически незначимый тренд снижения естественного стока Волги. С начала 21 века сток Волги с ноября по март увеличился на 5% относительно периода 1970–1999 гг., в апреле-мае увеличился на 0.5%, а с июня по октябрь уменьшился на 21%.

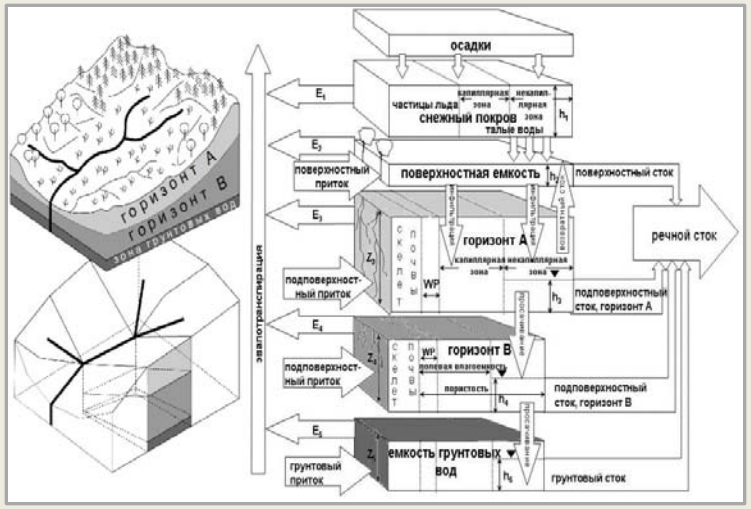






Информационное обеспечение модели формирования стока

Структура модели ECOMAG для расчетного элемента



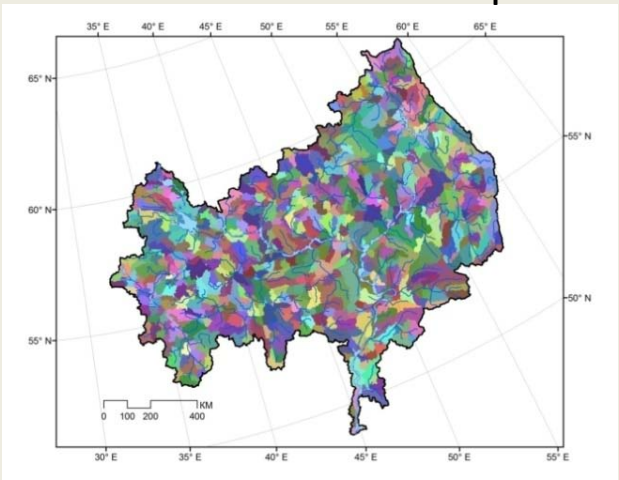
Глобальные базы данных параметров подстилающей поверхности HWSD и GLC:

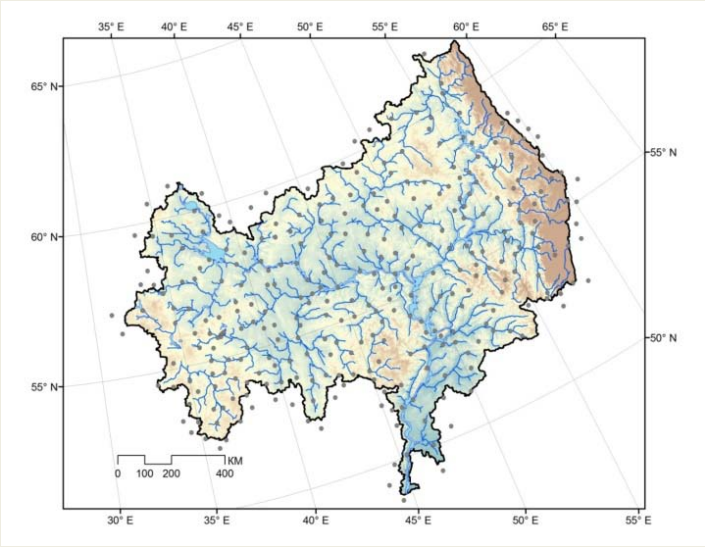
- наименьшая полевая влагоемкость
- влажность завядания
- коэффициент фильтрации
- пористость
- испарение почвенной влаги
- коэффициент стаивания и промерзания

306 метеостанций (среднесуточные T, P, D)

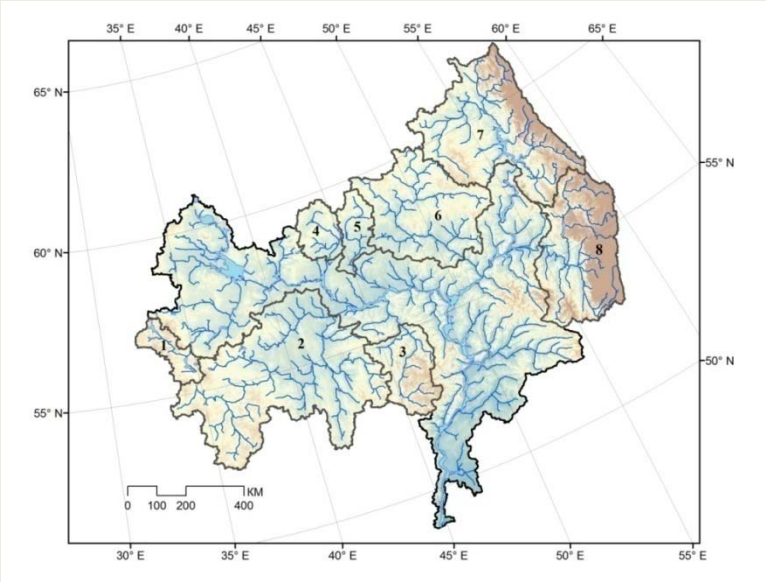
Схематизация по ЦМР

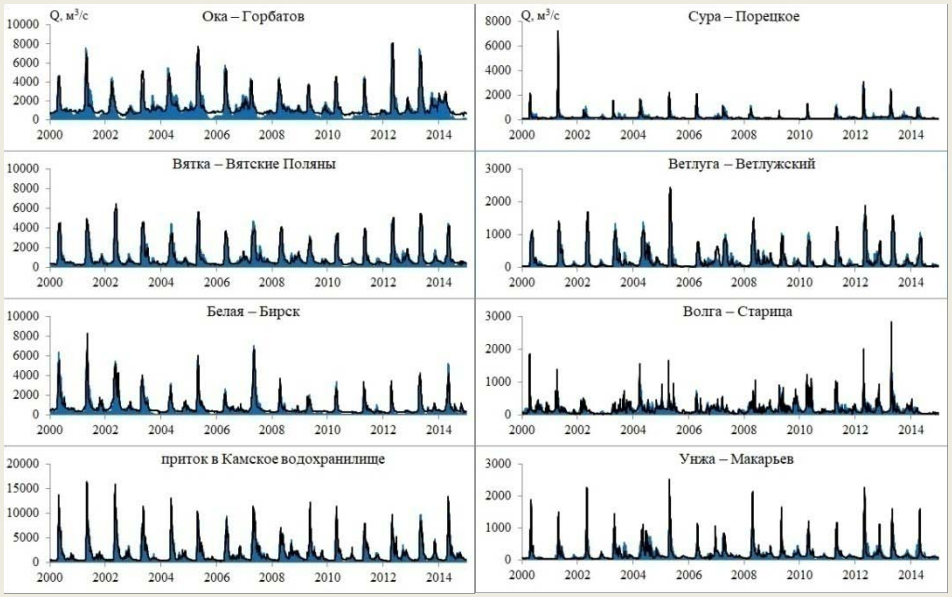
775 расчетных элементов Fср≈1800 км^2





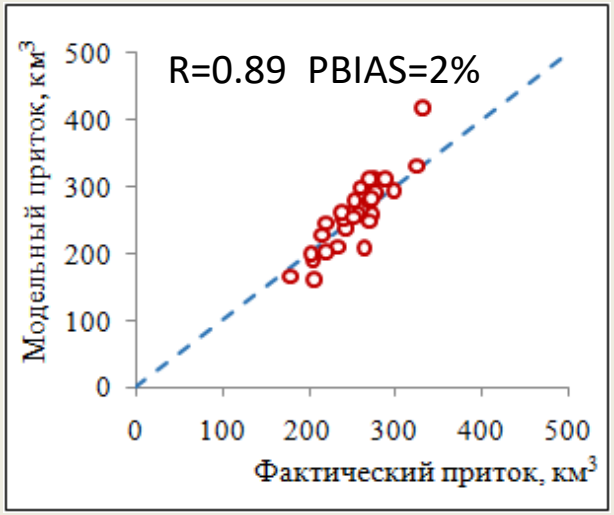
Результаты калибровки и верификации модели





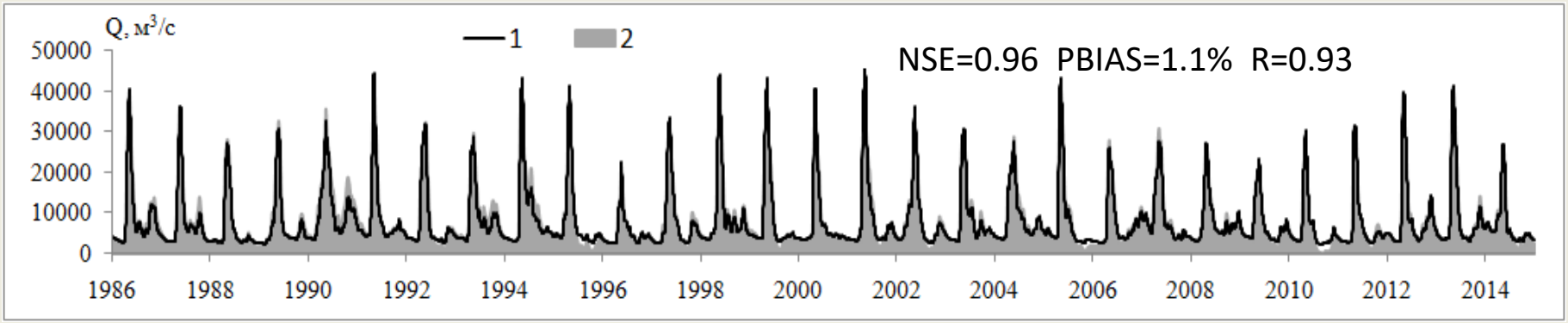
№	Река – створ	F, км²	Калибровка 2000-2014		Верификация 1986-1999		1986-2014	
			NSE	PBIAS, %	NSE	PBIAS, %	NSE	PBIAS, %
1	Волга – Старица	21100	0.67	3.7	0.66	11.7	0.66	7.6
2	Ока – Горбатов	244000	0.75	–6.6	0.73	6.4	0.74	–0.4
3	Сура – Порецкое	50100	0.59	–14.8	0.50	9.8	0.57	–4.1
4	Унжа – Макарьев	18500	0.72	1.0	0.74	–0.5	0.73	0.2
5	Ветлуга – Ветлужский	27500	0.87	5.7	0.86	1.0	0.86	3.3
6	Вятка – Вятские Поляны	124000	0.89	–1.6	0.84	–3.1	0.86	–2.4
7	Камское вдхр	168000	0.93	–3.8	0.94	–7.1	0.93	–5.5
8	Белая – Бирск	121000	0.86	–12.3	0.87	–12.8	0.86	–12.6

Тестирование модели



Соответствие фактического и рассчитанного годового притока воды в Куйбышевское вдхр. за период 1986–2014 гг.

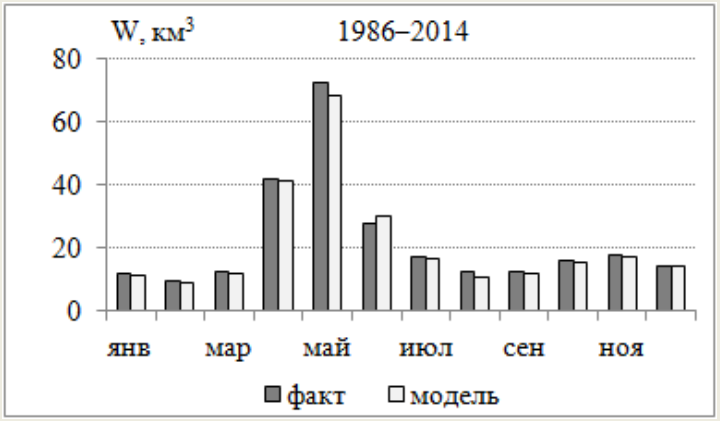
Водность Волги оценивалась как приток воды к Куйбышевскому водохранилищу (90% от площади бассейна Волги и сток около 250 км^3/год). Суммарная площадь восьми частей Волжского бассейна, для которых приведены расчеты стока, равна 2/3 от площади водосбора Куйбышевского водохранилища, а суммарная водность рек в этих створах – 3/4 от притока воды в Куйбышевское водохранилище.

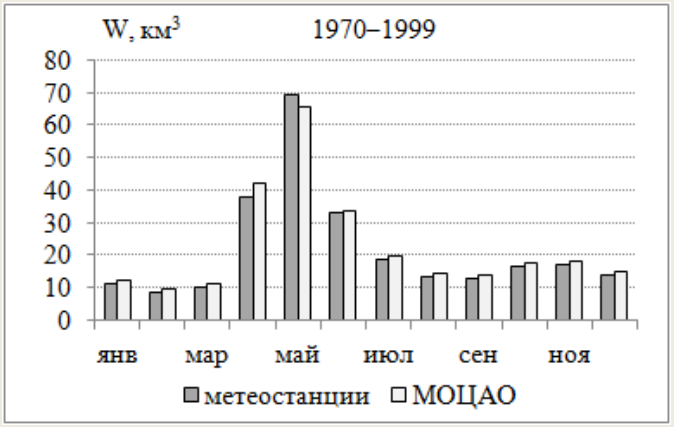


Рассчитанный сток Волги в створе Жигулевской ГЭС при граничных условиях модели в виде метеоданных для всего бассейна (1) и рассчитанный («восстановленный») сток Волги при задании в качестве граничных условий модели в восьми рассмотренных выше речных створах фактических среднесуточных расходов воды и в виде метеоданных с остальной площади бассейна (2)

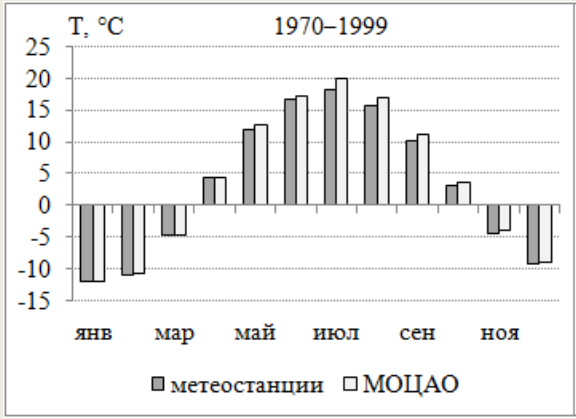
Результаты расчетов за исторический период

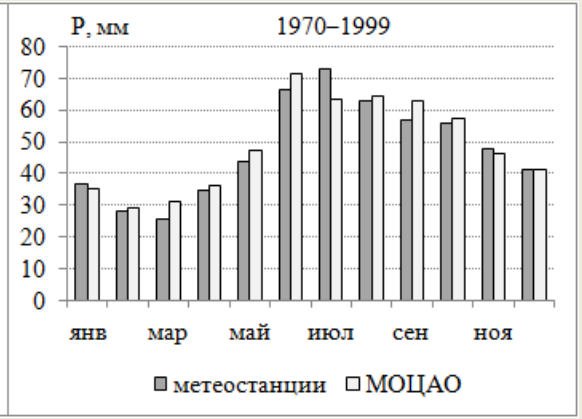
Нормы среднемесячного стока Волги и среднебассейновых величин температуры воздуха и осадков





Гидрологическая модель по данным МОЦАО воспроизводит годовой сток Волги с погрешностью 4% относительно расчета по данным метеостанций. При этом наибольшие относительные ошибки расчета характерны для зимнего стока (9.5%), а наименьшие для стока за период весеннего половодья (менее 1%).





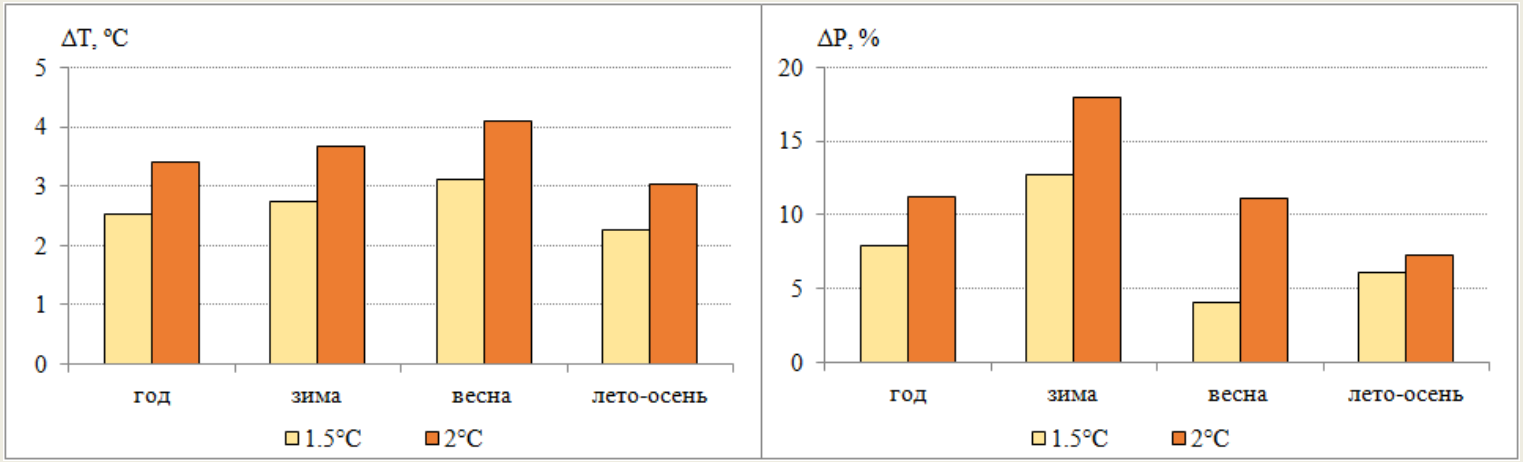
Погрешность определения среднегодовой температуры воздуха по данным МОЦАО в сравнении с данными наблюдений на метеостанциях 0.3–0.5°C, причем наименьшие значения ошибок для зимы (до 0.1°C), наибольшие – для лета-осени (до 1°C). Погрешность определения годовой суммы атмосферных осадков до 2%, сезонной суммы осадков – до 5%.

Результаты расчетов на 21 век

Годы достижения пороговых значений глобального потепления на 1.5°C и 2°C относительно доиндустриальных величин для различных МОЦАО и RCP-сценариев

МОЦАО	RCP-сценарий	1.5°C	2°C
GFDL-ESM2M	RCP2.6	–	–
GFDL-ESM2M	RCP4.5	2049	–
GFDL-ESM2M	RCP6.0	2056	2076
GFDL-ESM2M	RCP8.5	2036	2053
MIROC5	RCP2.6	2048	–
MIROC5	RCP4.5	2039	2069
MIROC5	RCP6.0	2052	2071
MIROC5	RCP8.5	2033	2048

1.5°C – 2045
2°C – 2064

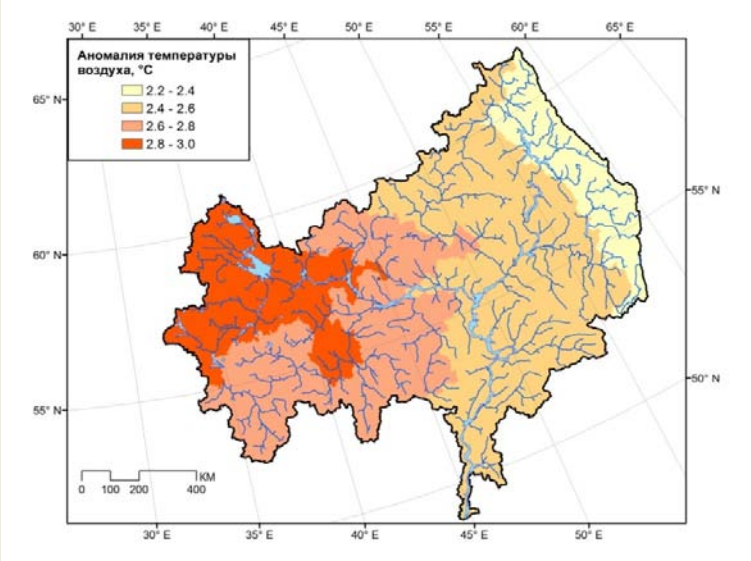


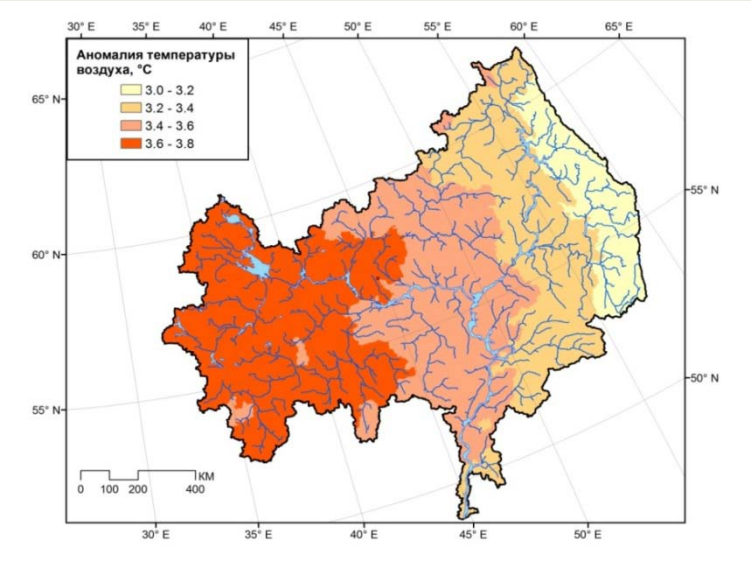
Аномалии среднегодовой и сезонной температуры воздуха в бассейне Волги при глобальном потеплении на 1.5°C и 2°C в 21 веке относительно базового периода 1970–1999 гг.

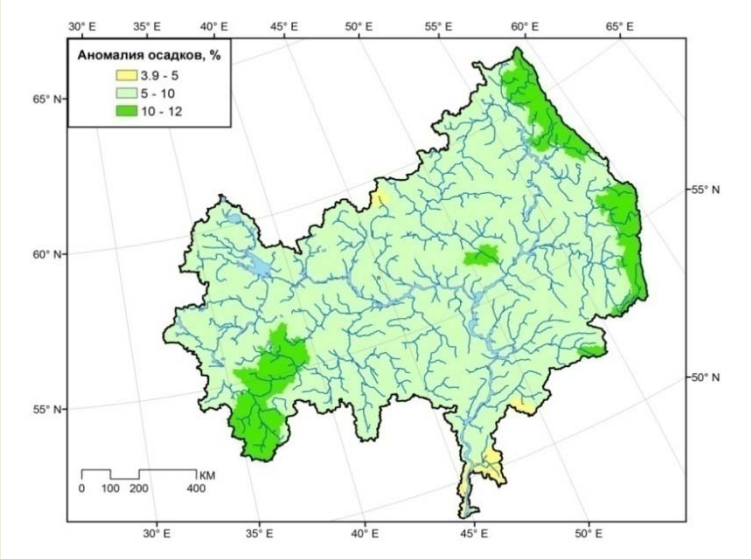
Рост глобальной температуры воздуха с 1.5°C до 2°C приводит к эффекту дополнительного потепления в бассейне Волги на 0.8–1 °C и увеличению увлажнения на 1–7%.

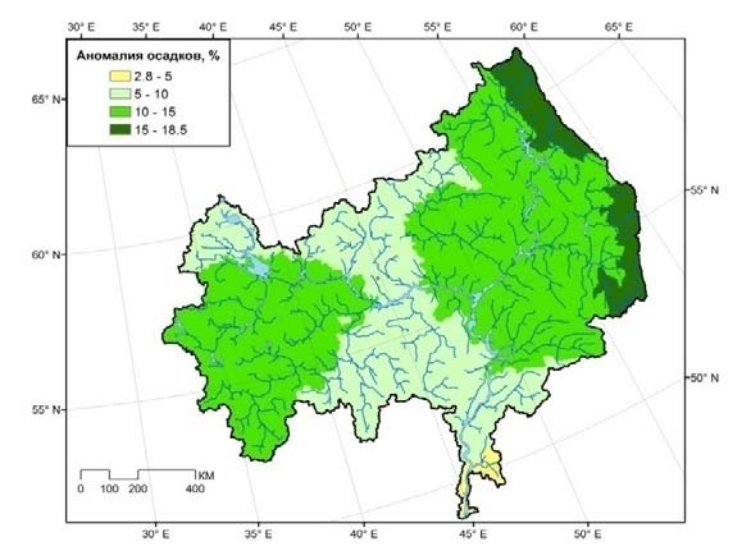
Результаты расчетов на 21 век

Аномалии пространственного распределения среднегодовой температуры воздуха и годовой суммы осадков в бассейне Волги при глобальном потеплении на 1.5°C (слева) и 2°C (справа) в 21 веке относительно 1970–1999 гг.



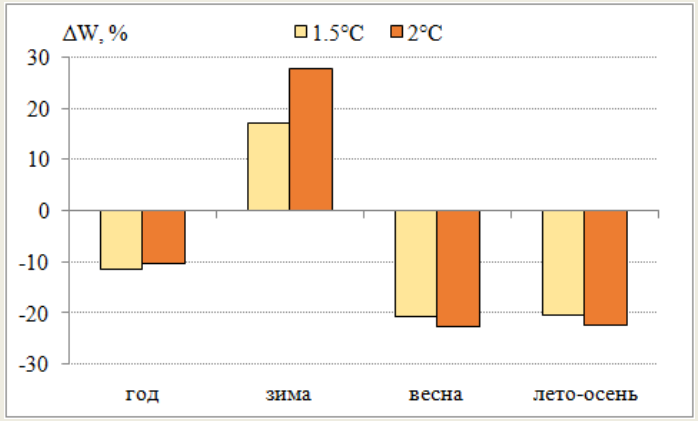






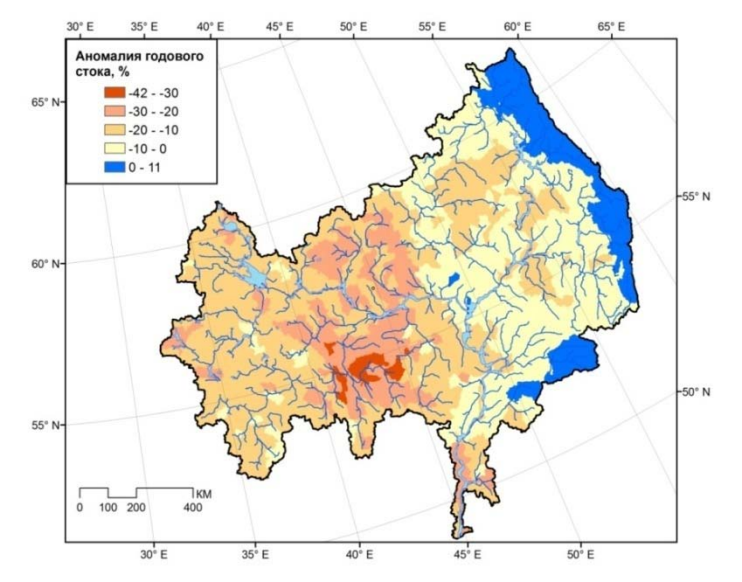
Результаты расчетов на 21 век

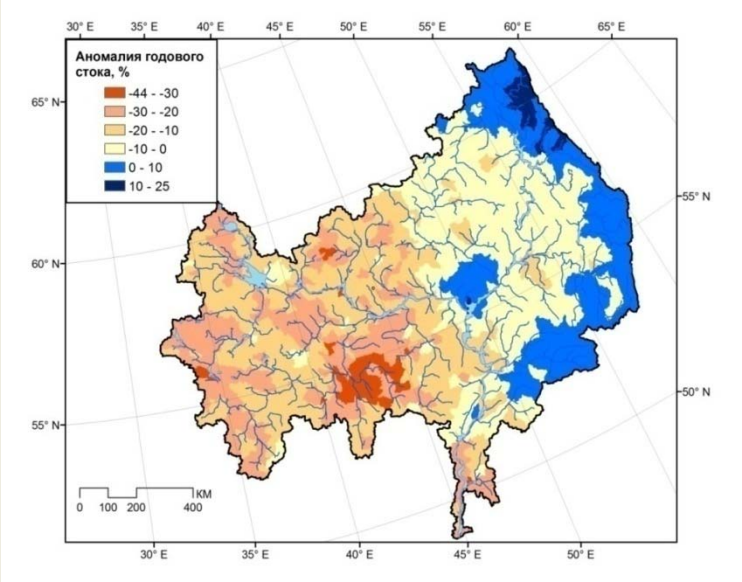
Аномалии годового и сезонного стока Волги, Оки, Верхней Волги и Камы при глобальном потеплении на 1.5°C и 2°C в 21 веке относительно 1970–1999 гг.



При глобальном потеплении на 1.5°C и 2°C уменьшение годового стока Волги составило 10–11% при реализации обоих сценариев потепления относительно периода 1970–1999 гг. Рост зимнего стока Волги составил 17% и 28% при глобальном потеплении на 1.5°C и 2°C соответственно, а отрицательные аномалии стока за период весеннего половодья и лета-осени оказались в диапазоне 21–23%. Расчеты с использованием критерия Манна-Уитни показали статистически значимые (на 5%-уровне) изменения годового и сезонного стока Волги.

Аномалии пространственного распределения слоя годового стока в бассейне Волги при глобальном потеплении на 1.5°C (слева) и 2°C (справа) в 21 веке относительно 1970–1999 гг.





СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!!!

ВОПРОСЫ?

Исследование поддержано грантом Российского научного фонда № 20-77-00077.