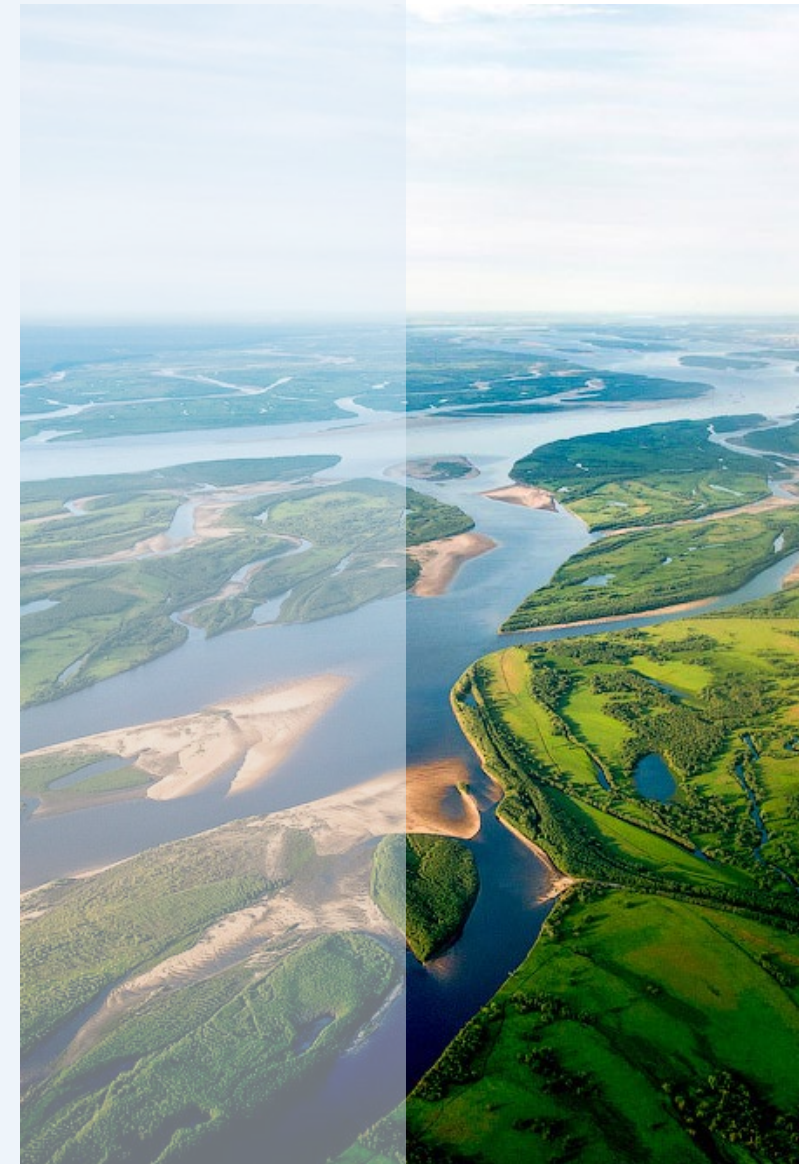


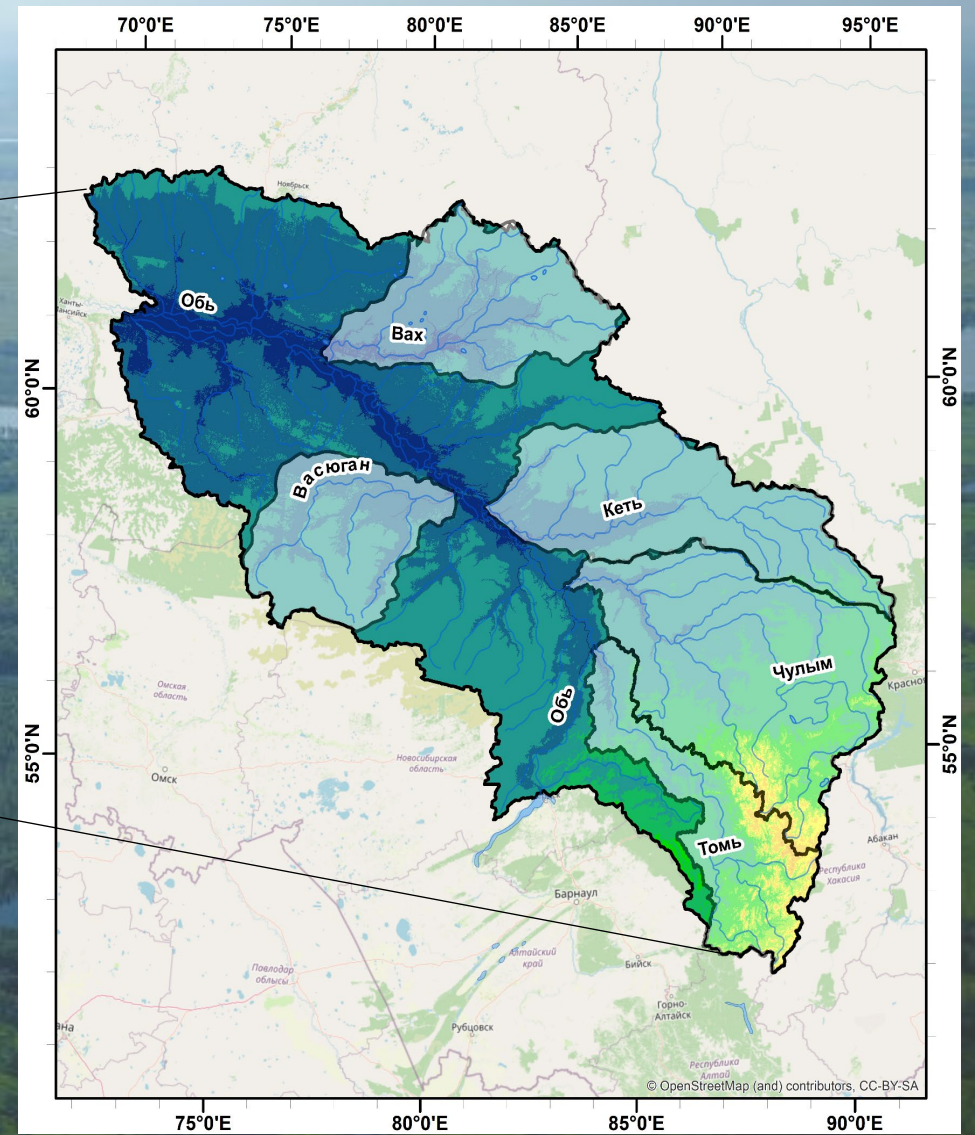
ОЦЕНКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ СТОКА БАССЕЙНА СРЕДНЕЙ ОБИ К УСЛОВИЯМ ОБВОДНЕННОСТИ И ПАРАМЕТРАМ ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ

Докладчик: Стребкова Александра

Авторы: Стребкова А.Д., Крыленко И.Н.,
Захарова Е.А., Кобец Д.А., Мотовилов Ю.Г.



Объект исследования



ЗАДАЧИ

01

Анализ заболоченности территории как факторов формирования речного стока на основе спутниковых данных

02

Настройка модели ECOMAG (авт. Ю.Г.Мотовилов) для бассейна Средней Оби с учетом особенностей заболоченных территорий

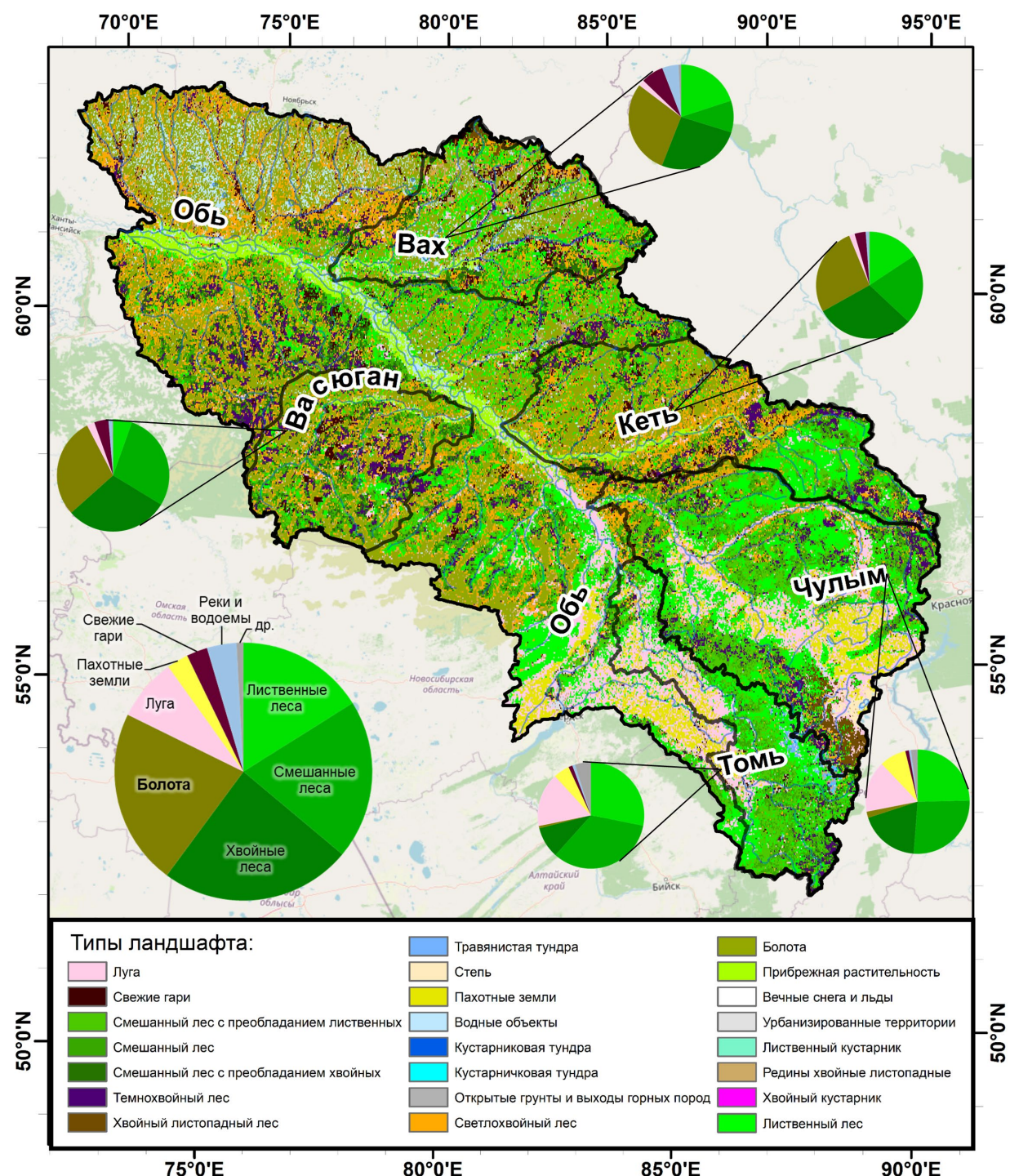
03

Численные эксперименты с моделью формирования стока к изменениям климатических параметров и заболоченности в водосборе

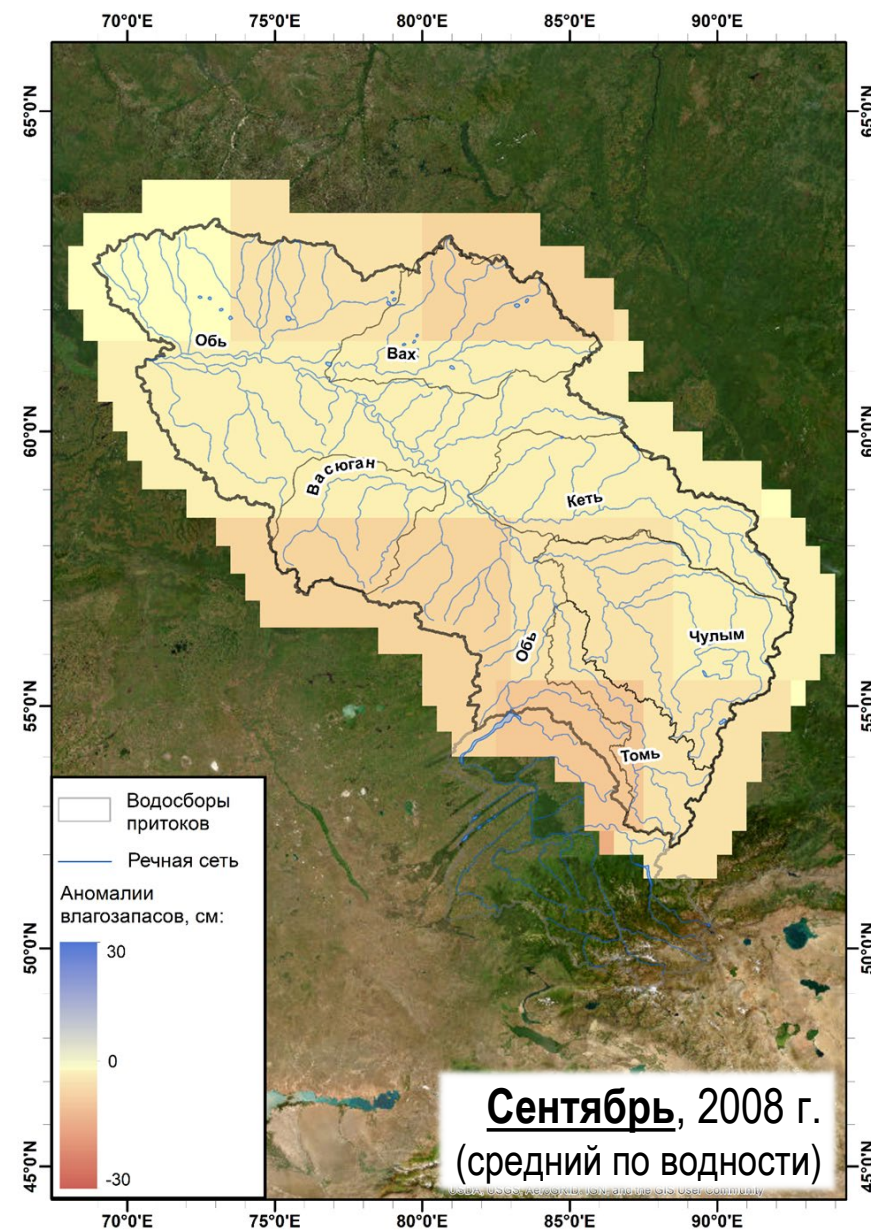
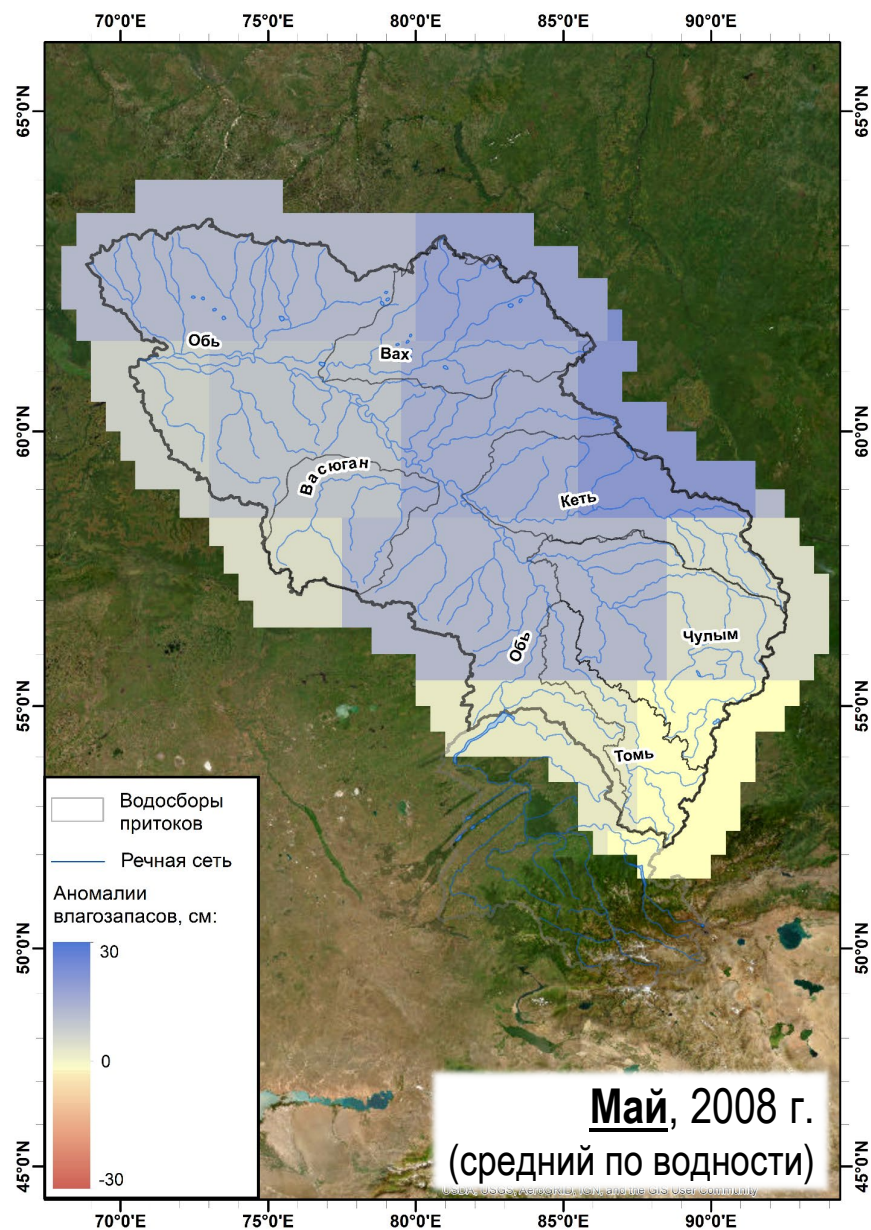
Анализ заболоченности по спутниковым данным

Роль болот в формировании речного стока:

- Высокое испарение с поверхности болот;
- Низкая водоотдача торфяной залежи;
- Низкий водообмен между деятельным и инертным горизонтами. Процессы в инертном горизонте влияют в долгосрочных процессах;
- Сезонные колебания уровня грунтовых вод. Отсутствие деятельного горизонта для топей.



Аномалии влагозапасов по данным спутниковой миссии GRACE



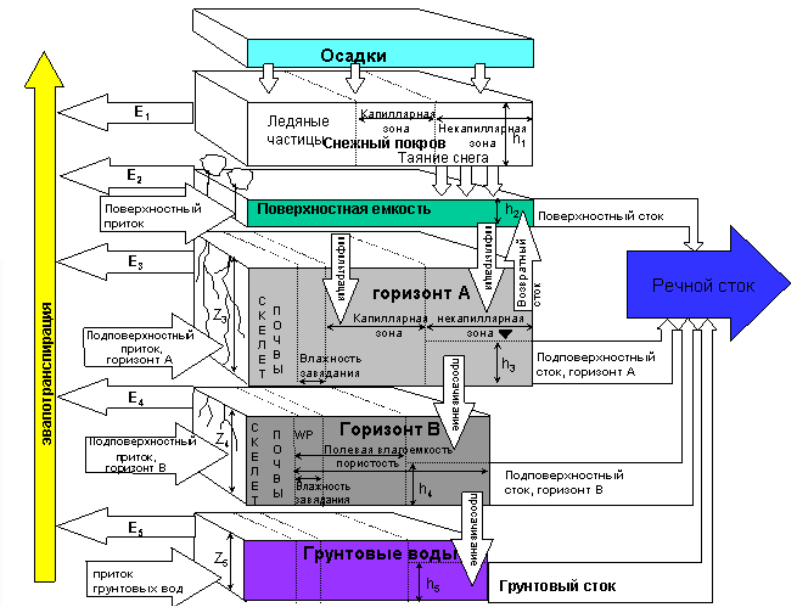
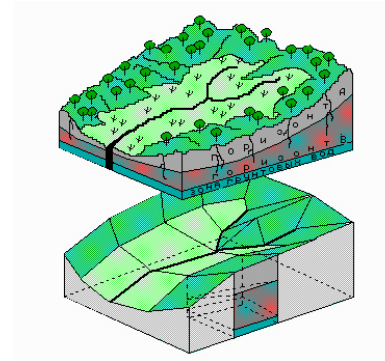
1. Подготовка информационной основы для моделирования
 2. Схематизация водосбора Средней Оби
-
3. Калибровка на периоде 1999-2007 гг.
 4. Верификация на периоде 2008-2014 гг.
 5. Верификация по спутниковым данным GRACE

Критерии качества:

$$NSE = 1 - \frac{\sum (Q_{fi} - Q_{si})^2}{\sum (Q_{fi} - \bar{Q}_f)^2},$$

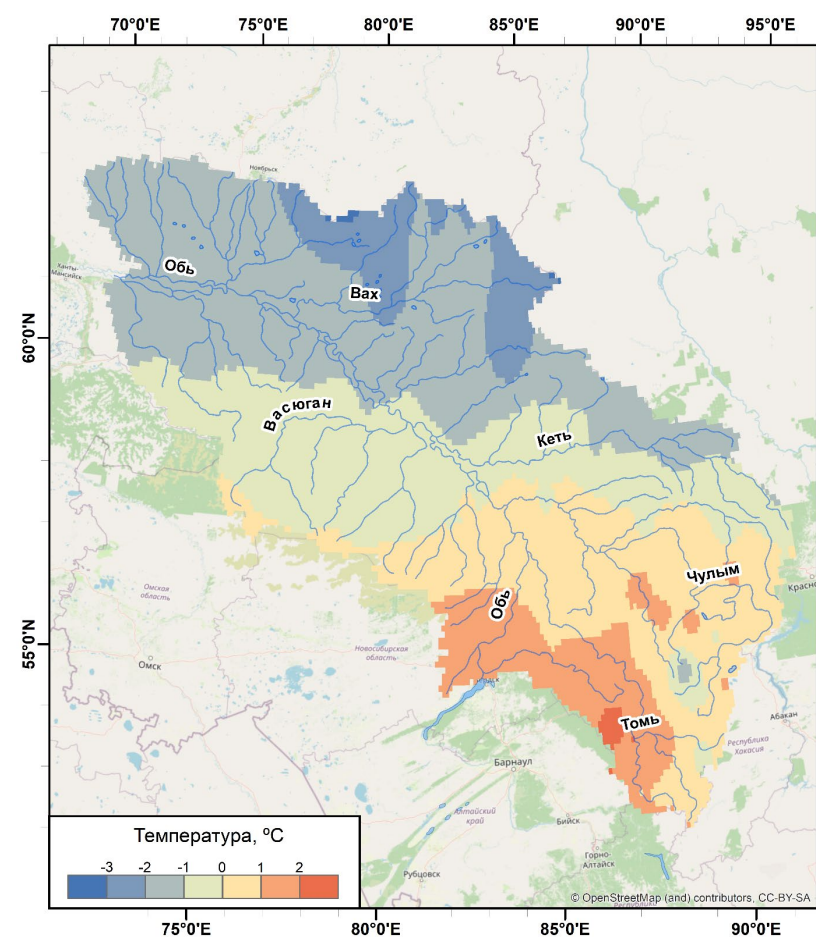
$$BIAS = \left(1 - \frac{\bar{W}_s}{\bar{W}_f}\right) \cdot 100\%$$

Настройка модели ЕСОМАГ (авт. Ю.Г.Мотовилов) для бассейна Средней Оби

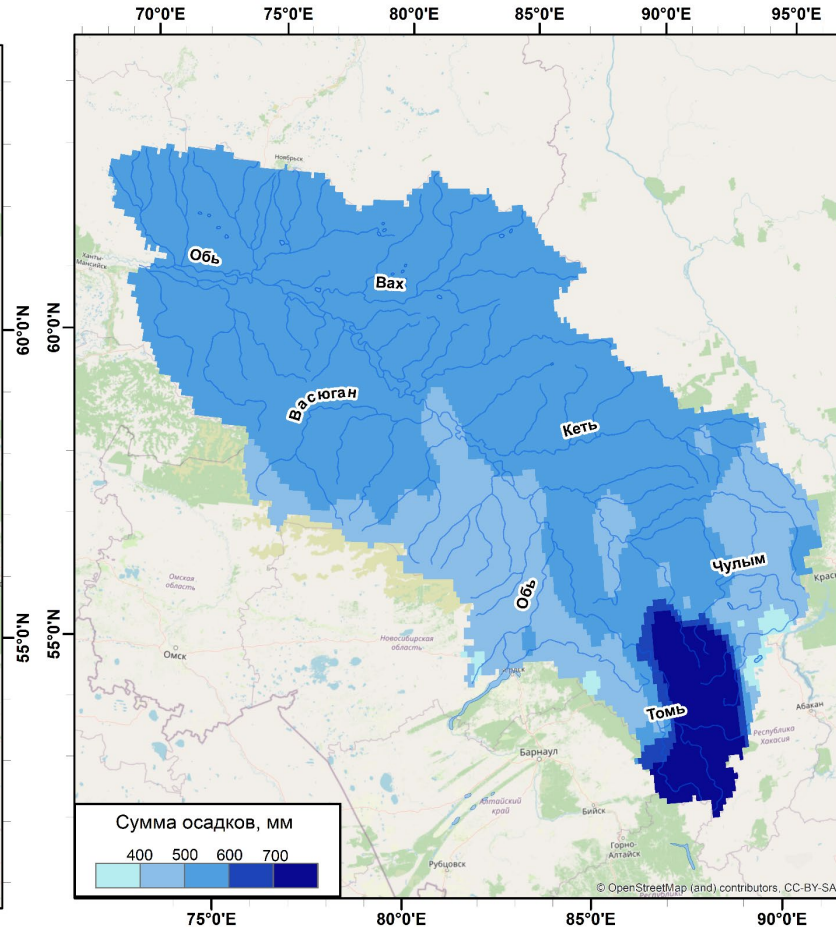


Подготовка информационной основы для моделирования: входные метеорологические данные с суточным разрешением

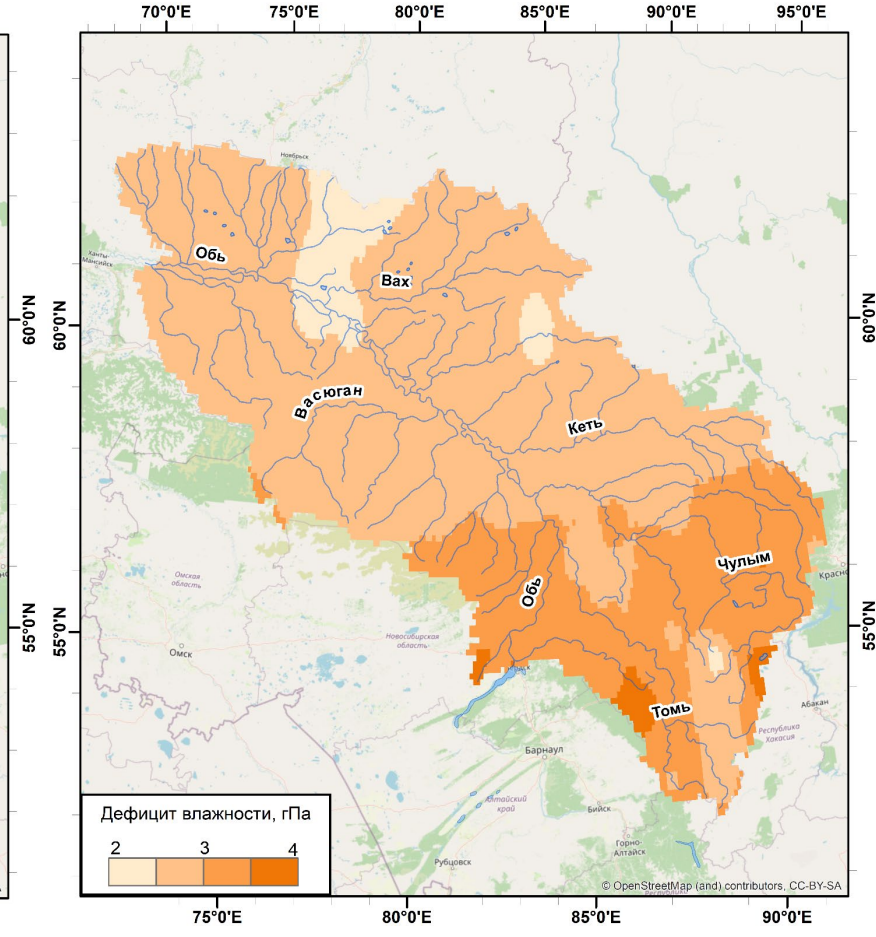
Температура



Сумма осадков

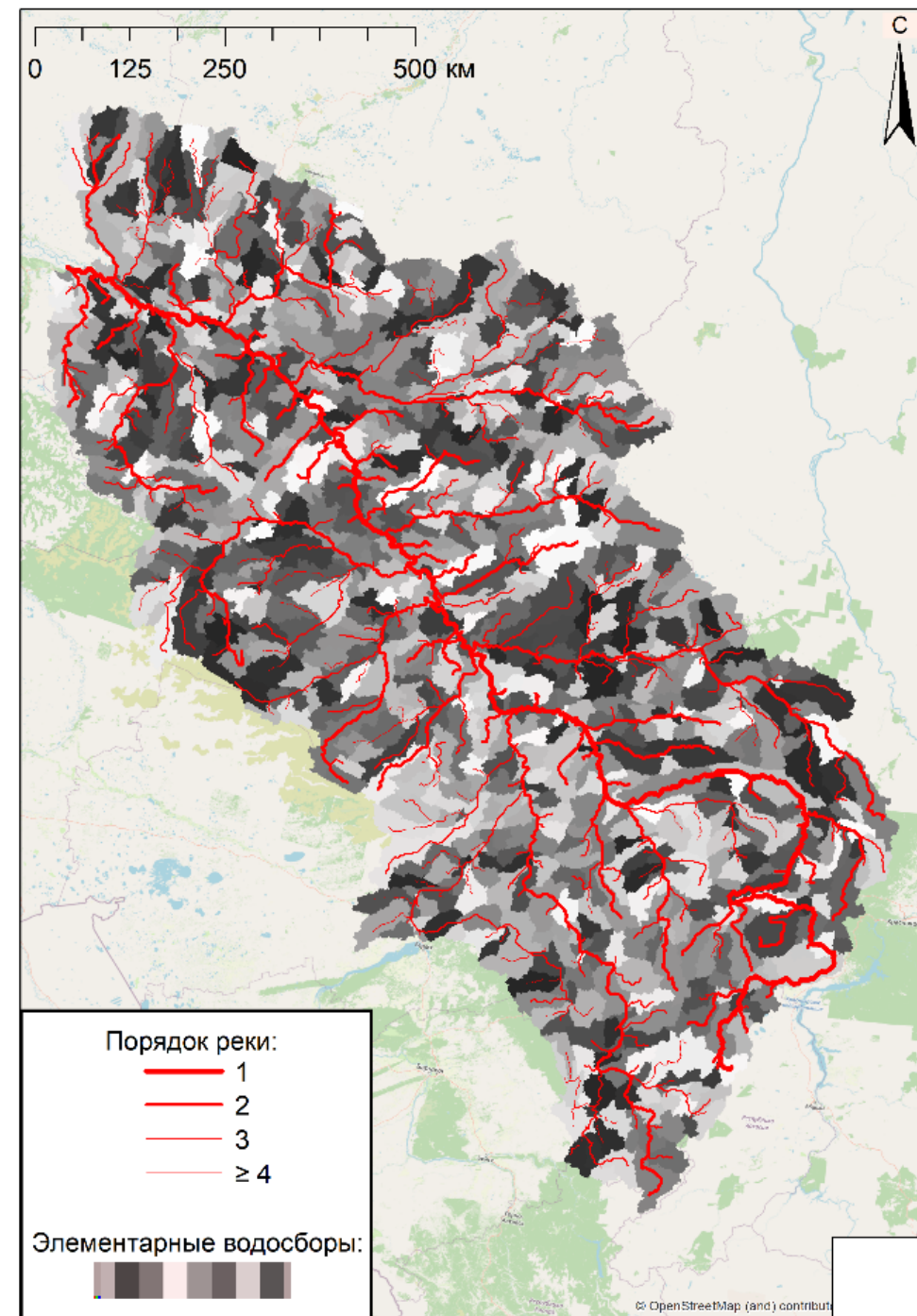
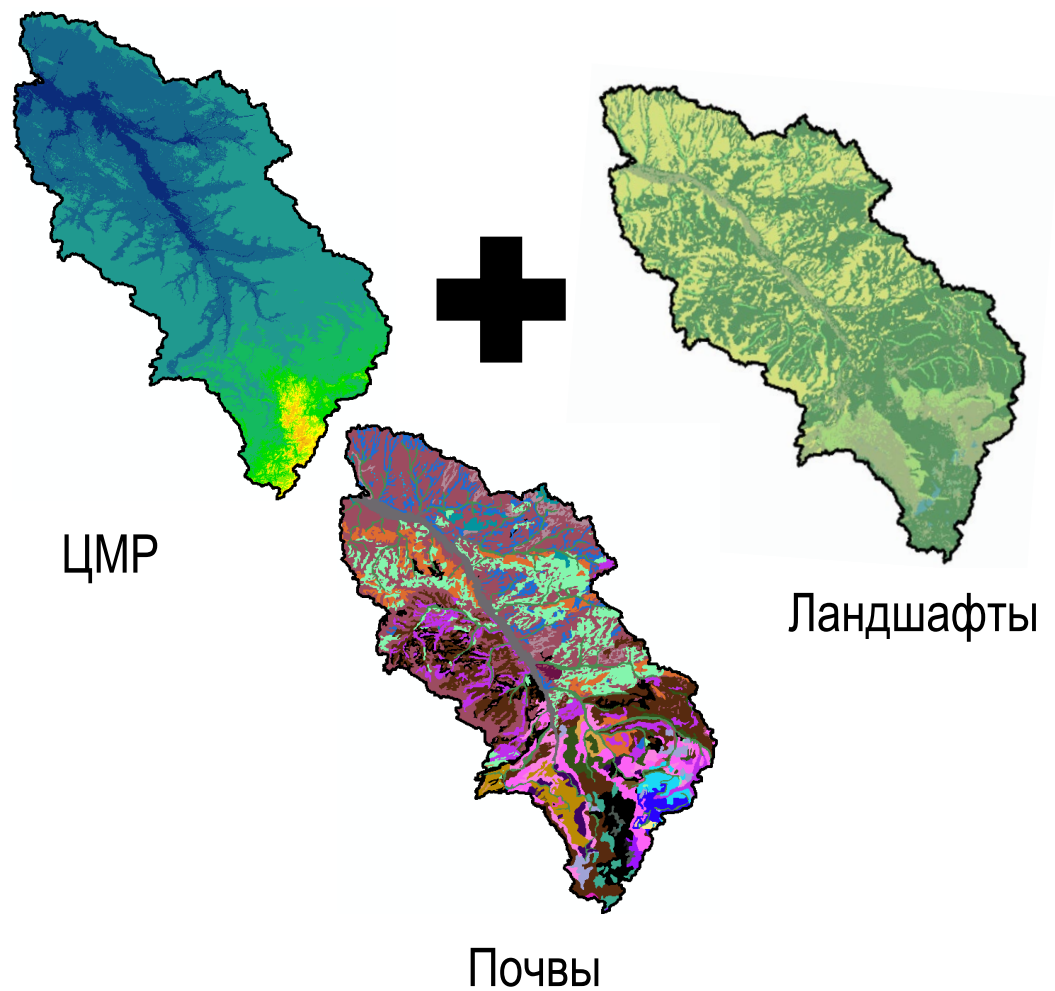


Дефицит влажности



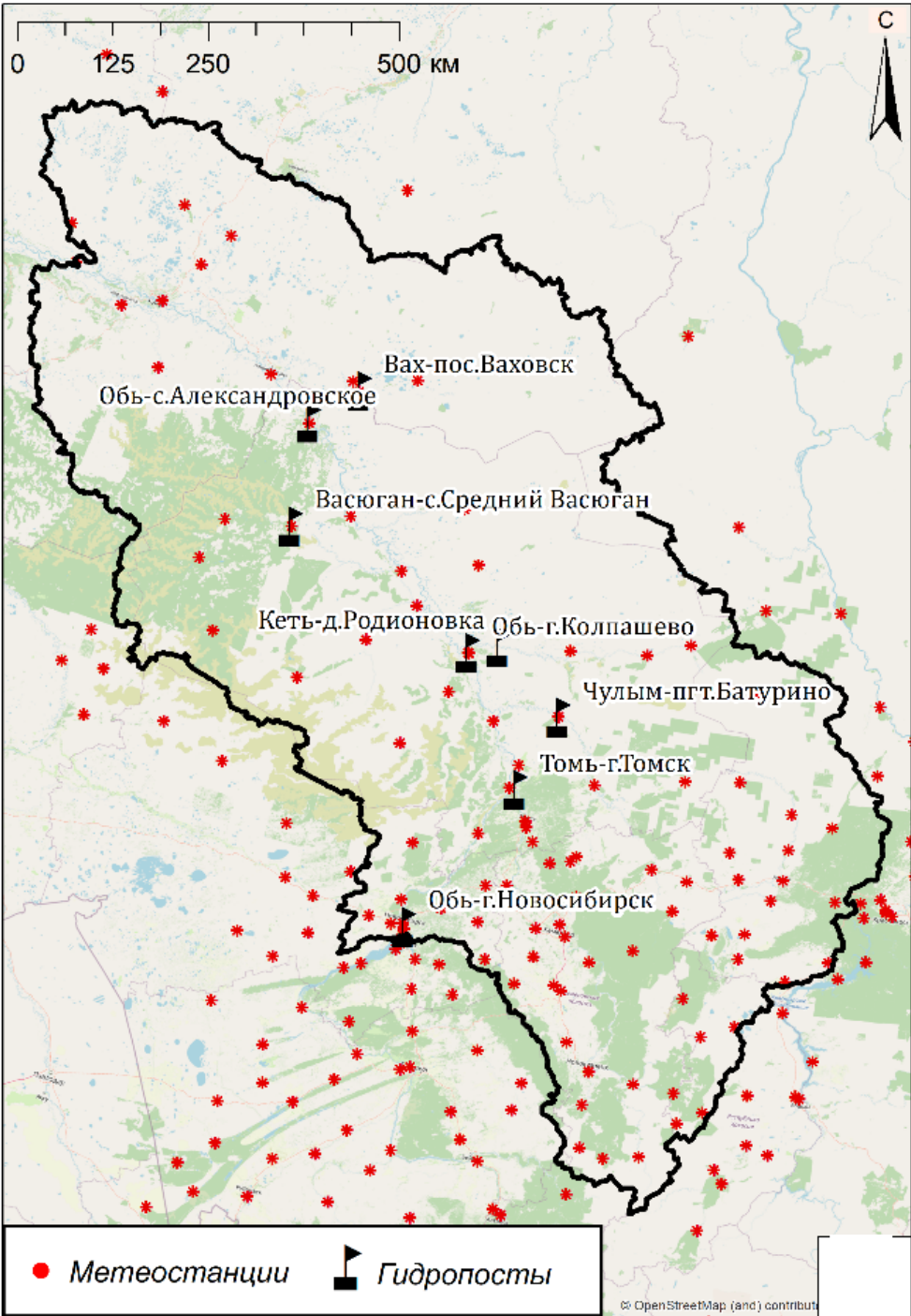
Среднегодовы́е метеорологические характеристики за период 1970-2014 гг.

Схематизация водосбора

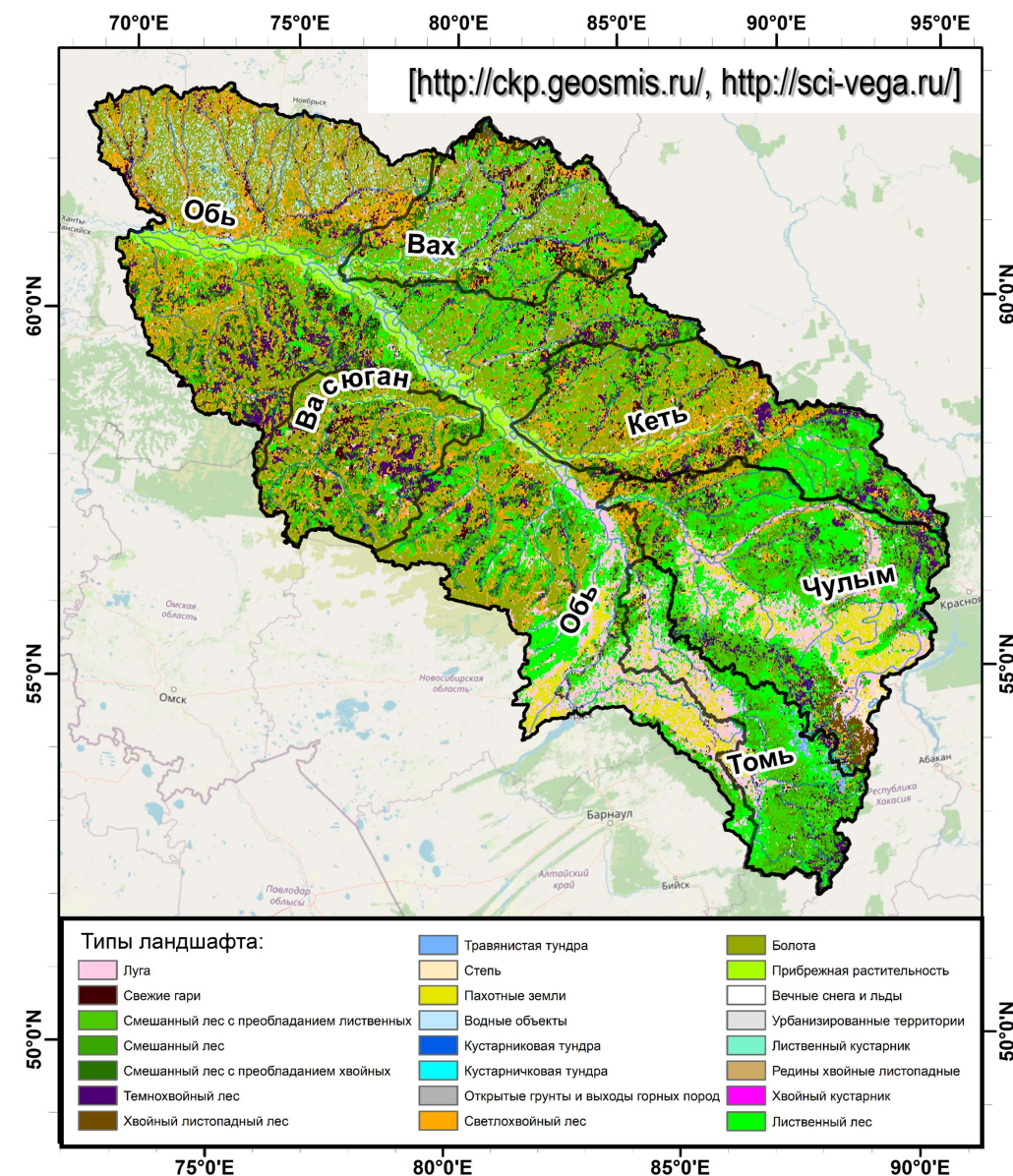
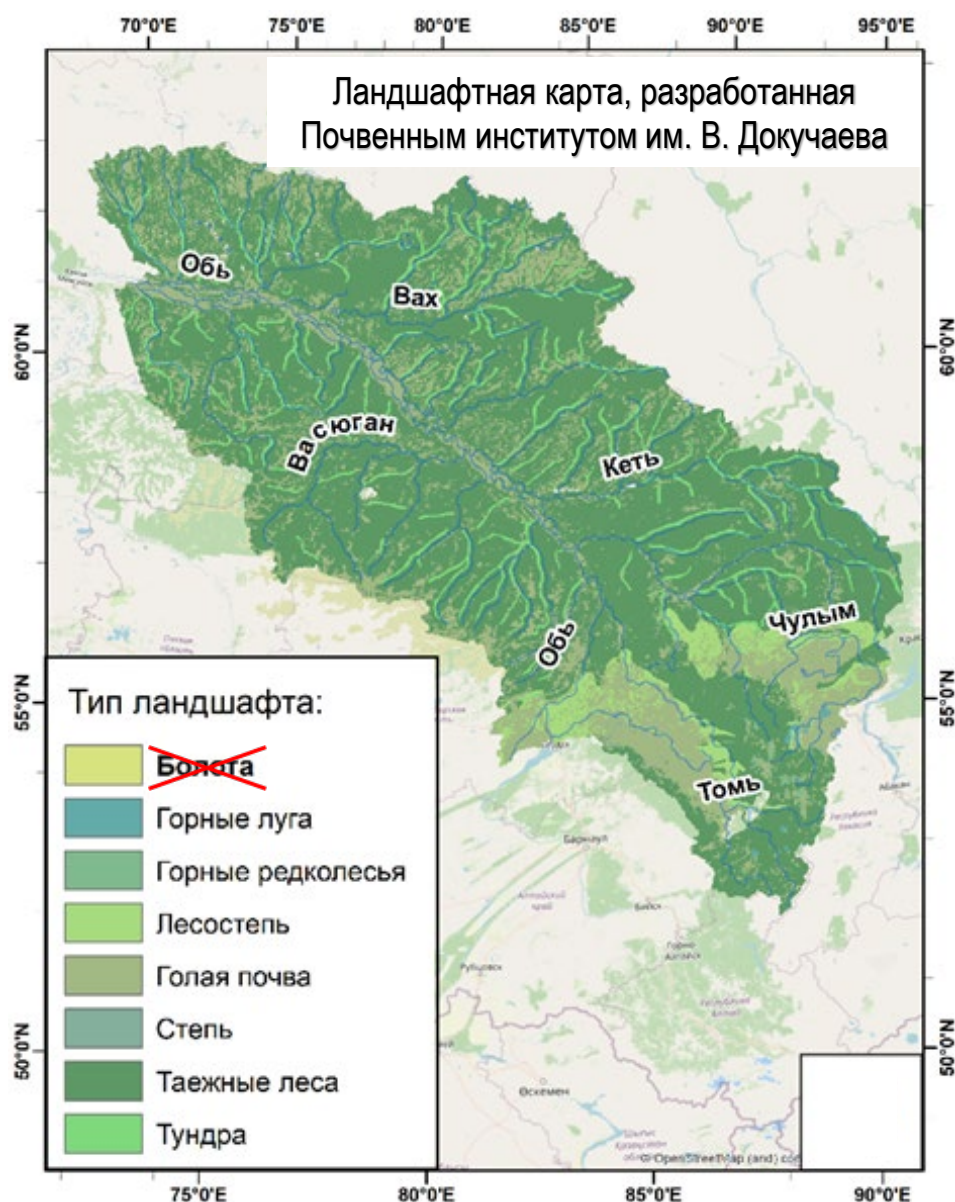


Калибровка и верификация модели

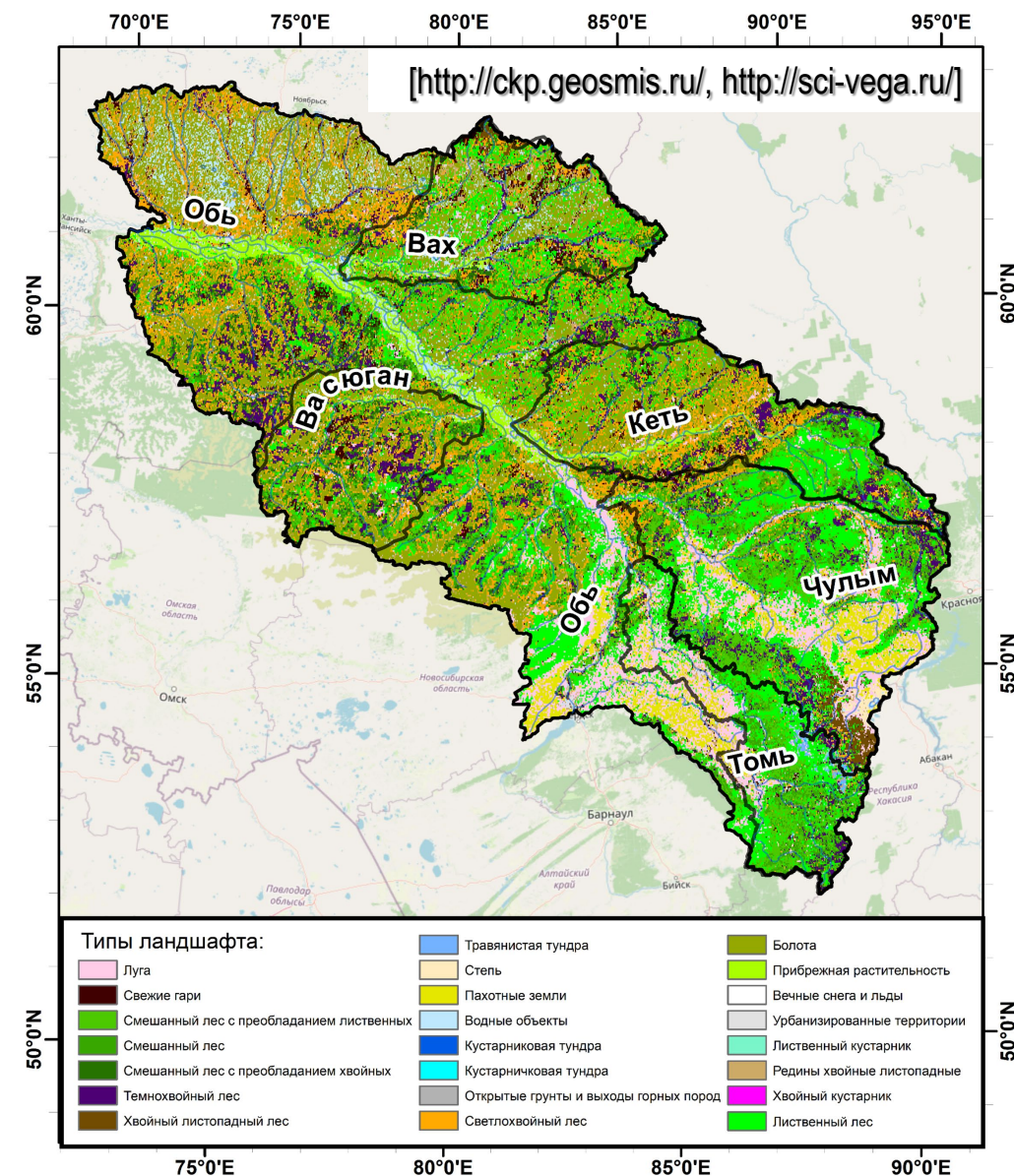
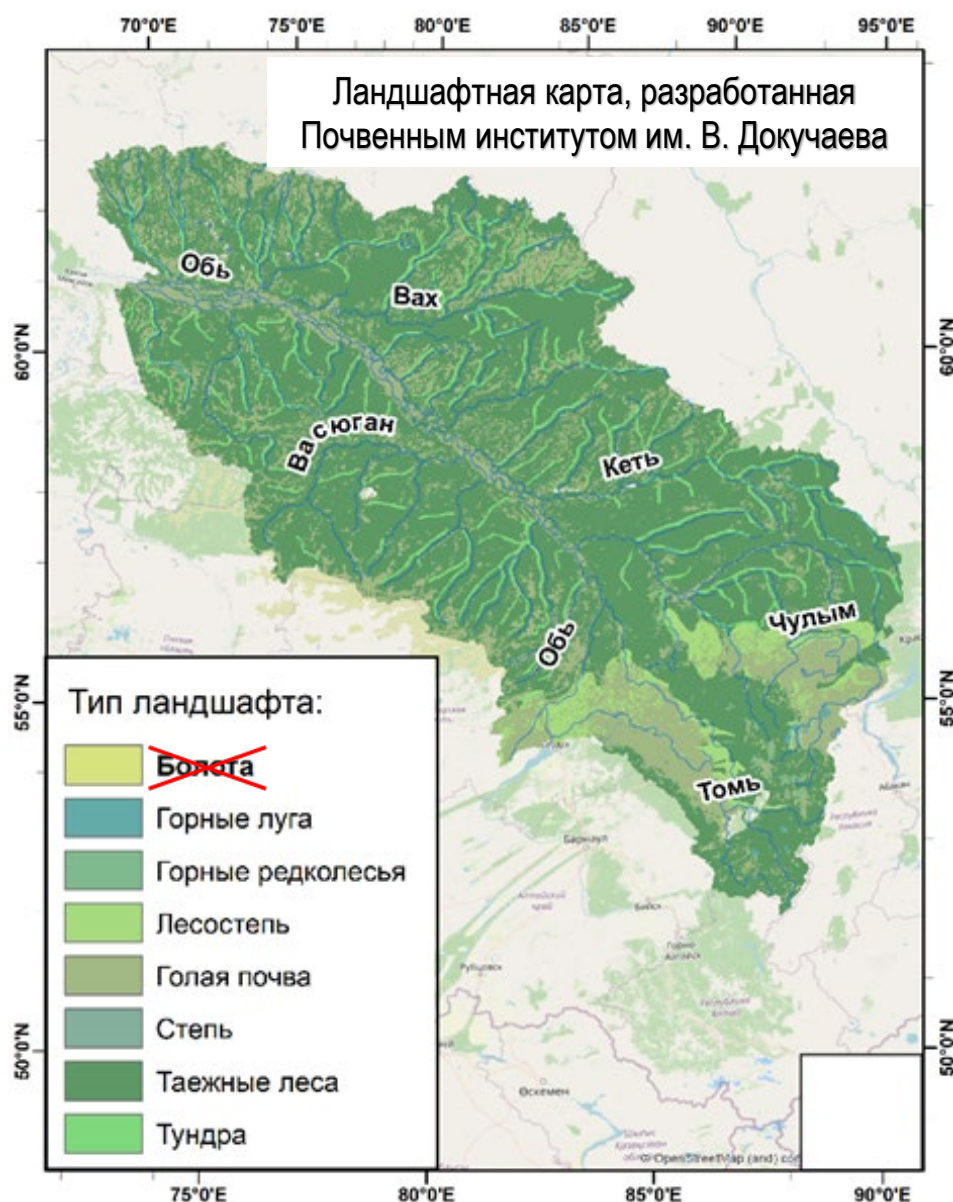
Река - пост	Площадь водосбора, км ²	Период калибровки 1999-2007 гг.		Период верификации 2008-2014 гг.	
		NSE	BIAS, %	NSE	BIAS, %
Обь – с.Александровское	765 000	0.75	-13	0.74	-10
Обь – г.Колпашево	486 000	0.90	8	0.92	4
Чулым – пгт Батурино	131 000	0.81	-4	0.81	6
Кеть – д.Родионовка	71 500	0.70	-8	0.73	-9
Томь – г.Томск	57 800	0.68	30	0.72	23
Вах – пос.Ваховск	56 200	0.67	0	0.69	-11
Васюган – с.Средний Васюган	31 700	0.74	-21	0.66	-26



Подготовка информационной основы для моделирования: доработка ландшафтной карты



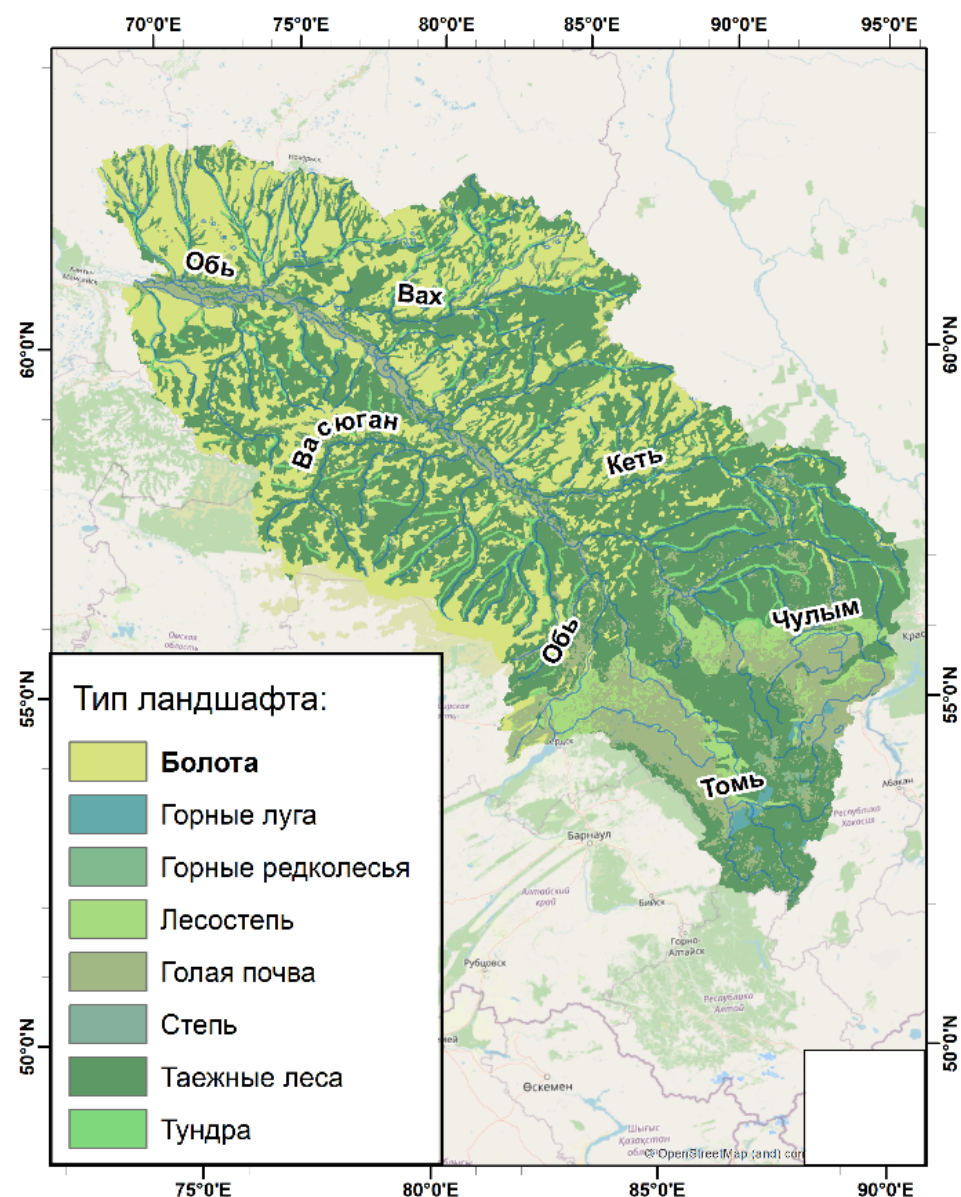
Подготовка информационной основы для моделирования: доработка ландшафтной карты



Подготовка информационной основы для моделирования: доработка ландшафтной карты

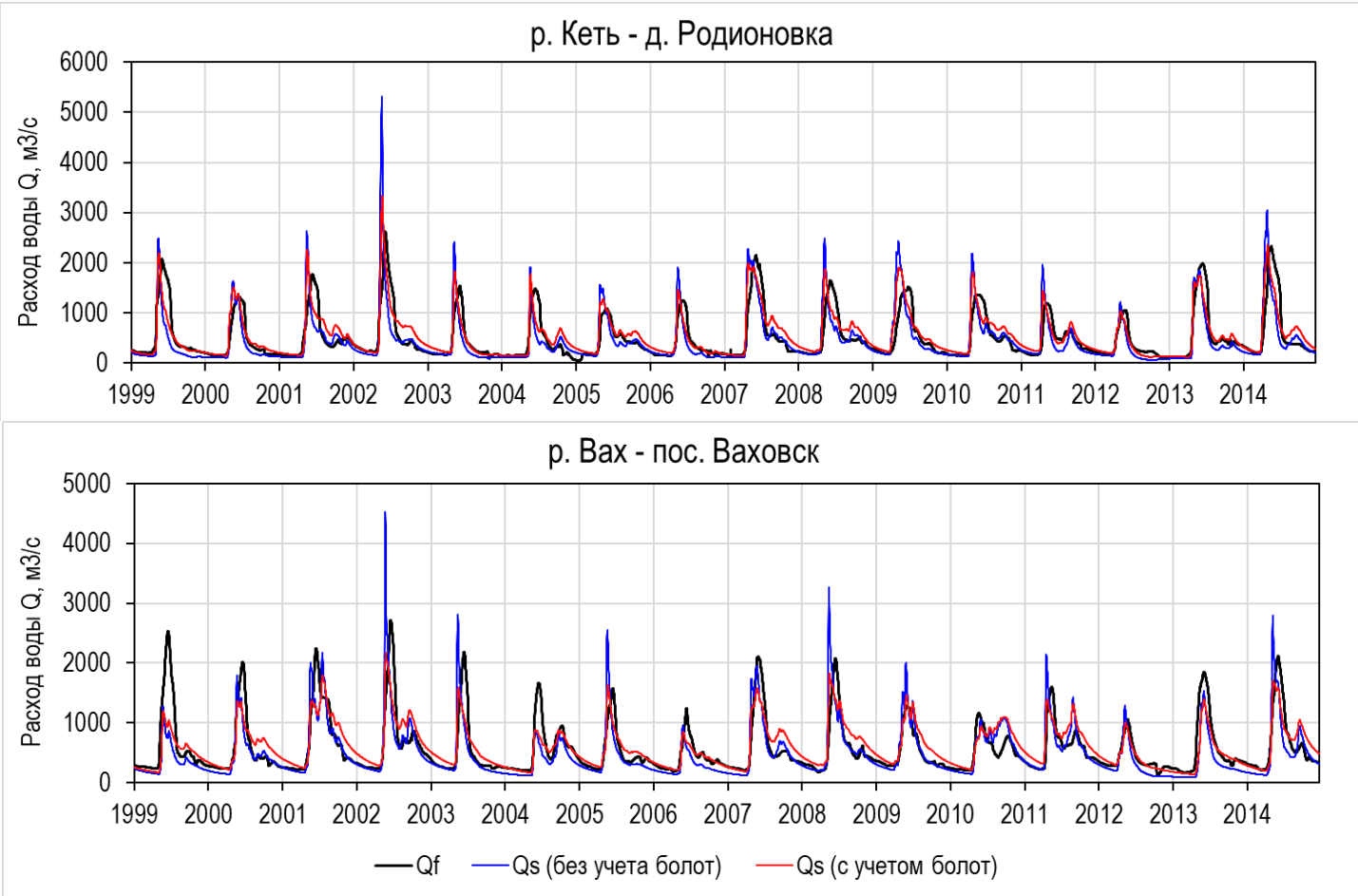


- ✓ Небольшой уклон
- ✓ Впитывание
- ✓ Высокое испарение



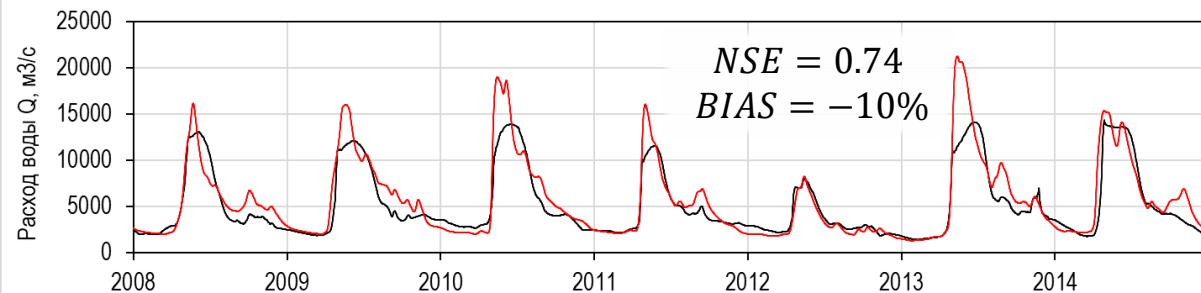
Сравнение результатов моделирования на основе исходной и доработанной ландшафтных карт

Река - пост	Исходная ландшафтная карта		Доработанная ландшафтная карта (с учетом болот)	
	NSE	BIAS, %	NSE	BIAS, %
Обь – с.Александровское	0.75	-1	0.75	-12
Обь – г. Колпашево	0.91	9	0.91	6
Чулым – пгт Батурино	0.83	5	0.81	1
Кеть – д.Родионовка	0.41	11	0.71	-8
Томь – г.Томск	0.66	28	0.69	27
Вах – пос.Ваховск	0.51	15	0.68	-5
Васюган – с.Средний Васюган	0.66	16	0.71	-23

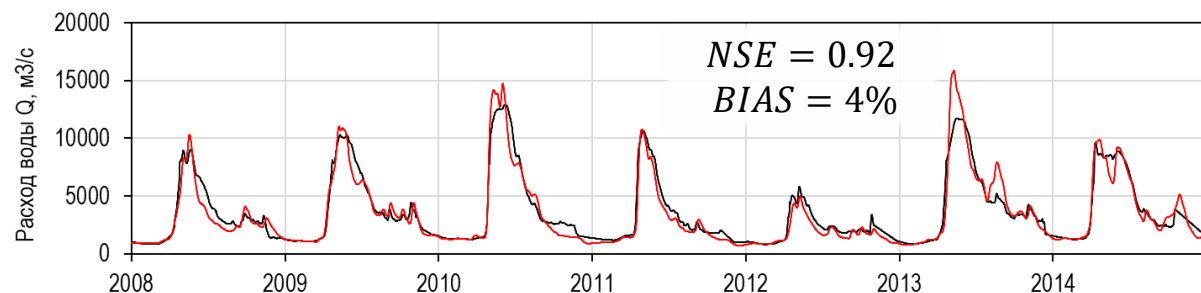


Верификация модели

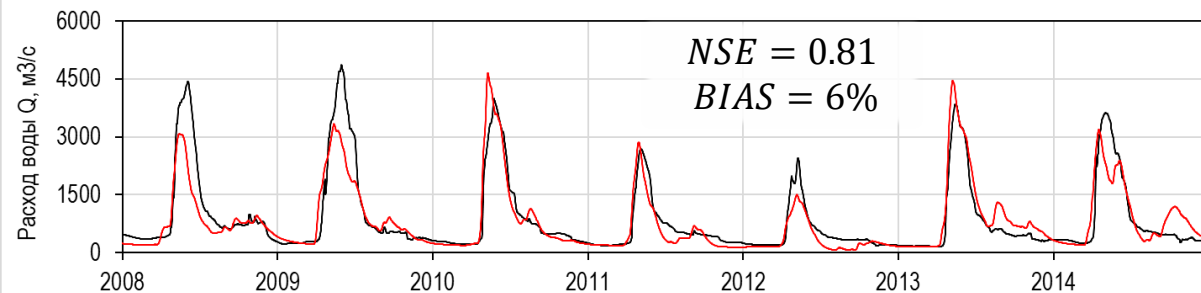
р. Обь - с. Александровское



р. Обь - г. Колпашево



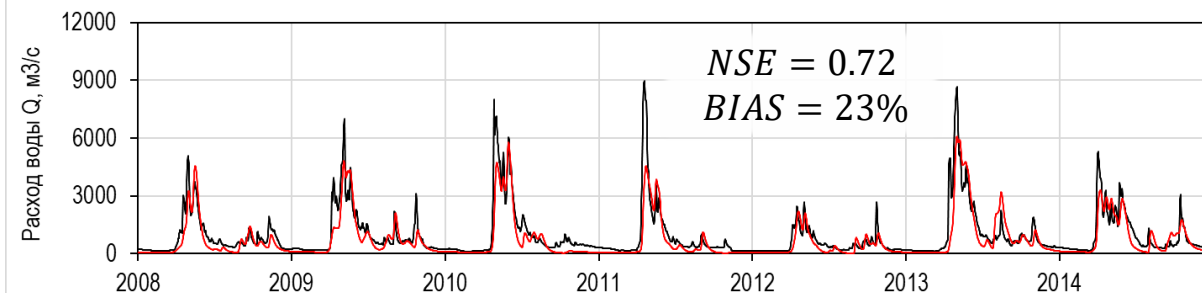
р. Чулым - пгт Батурино



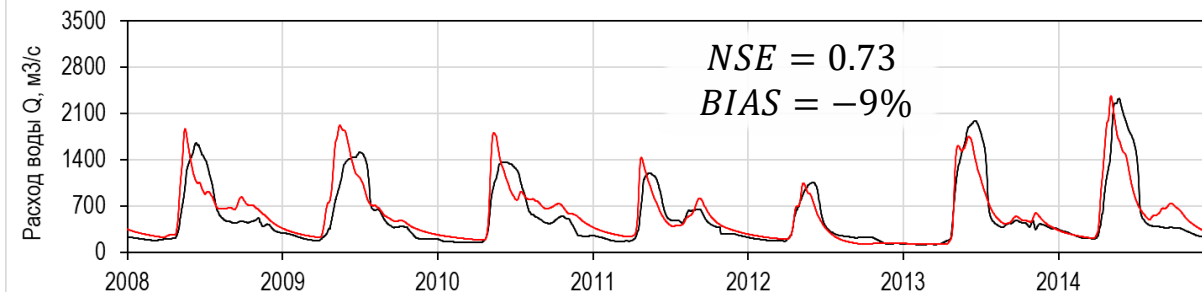
Q_f – фактические расходы, $\text{м}^3/\text{с}$

Q_s – расчетные модельные расходы, $\text{м}^3/\text{с}$

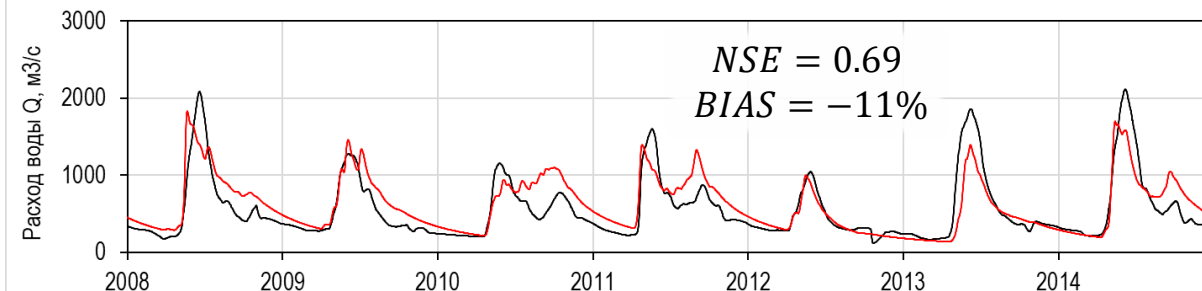
р. Томь - г. Томск



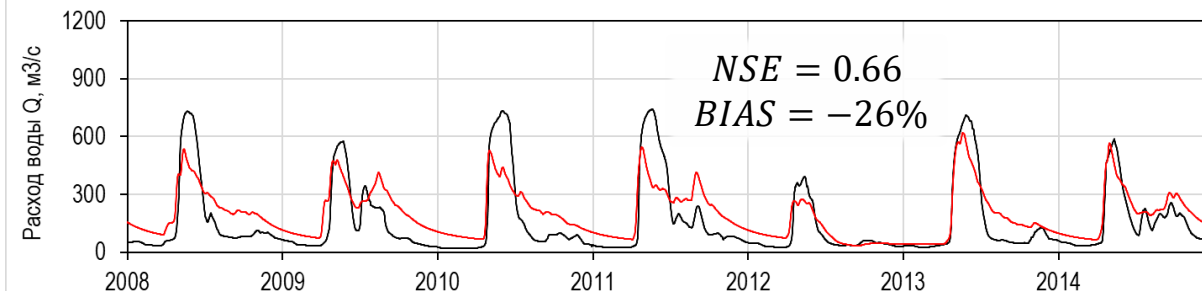
р. Кеть - д. Родионовка



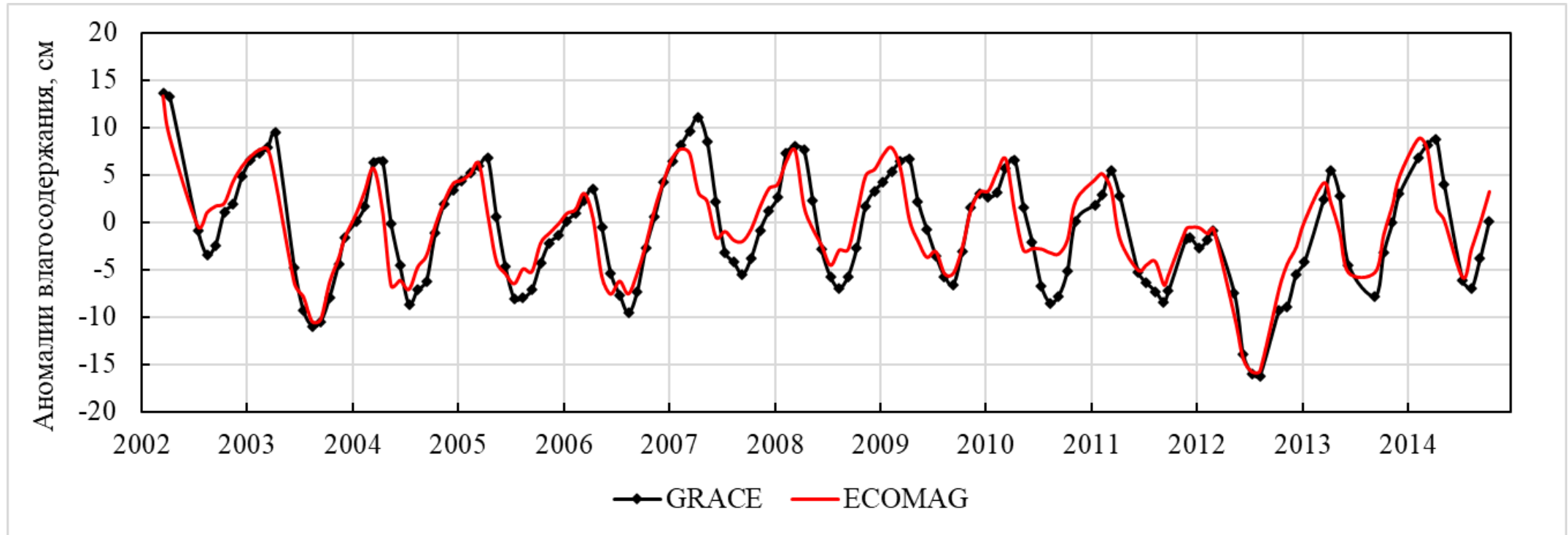
р. Вах - пос. Ваховск



р. Васюган - с. Средний Васюган



Верификация результатов моделирования по спутниковым данным миссии GRACE



$$NSE = 0.78$$

$$r^2 = 0.88$$



Численные эксперименты с моделью формирования стока



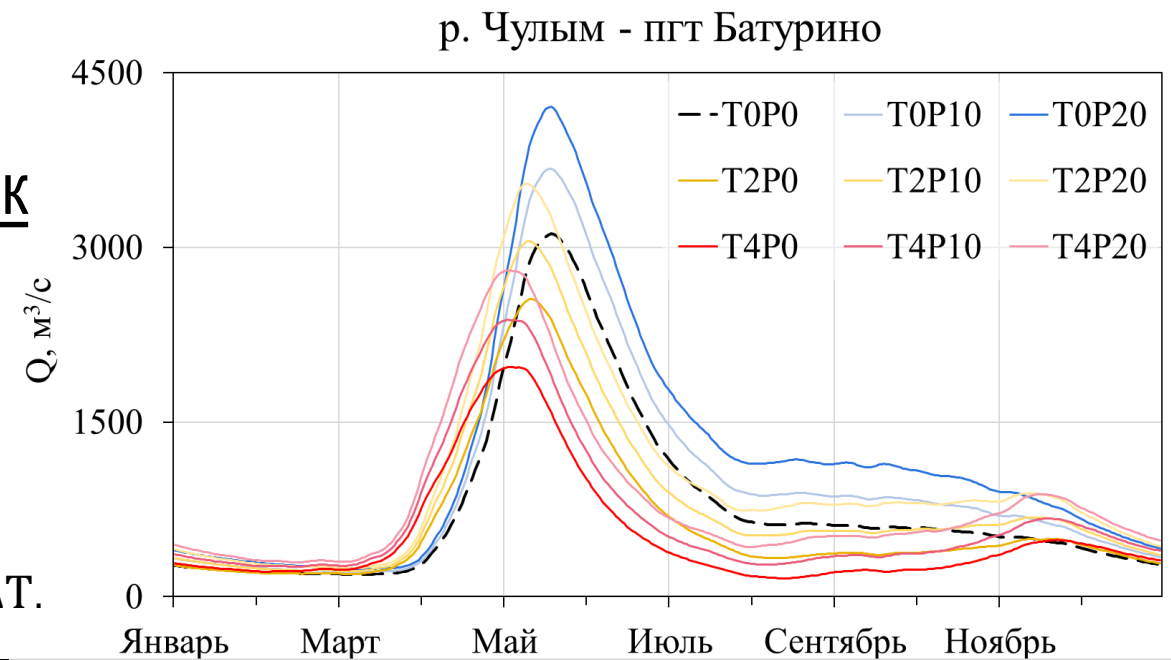
1. Оценка чувствительности модели к изменениям метеорологических характеристик

Метод «delta-change»:

$$P_i^* = P_i \cdot \Delta P, \quad T_i^* = T_i + \Delta T,$$

P_i и T_i – изначальные суточные значения осадков и температур,

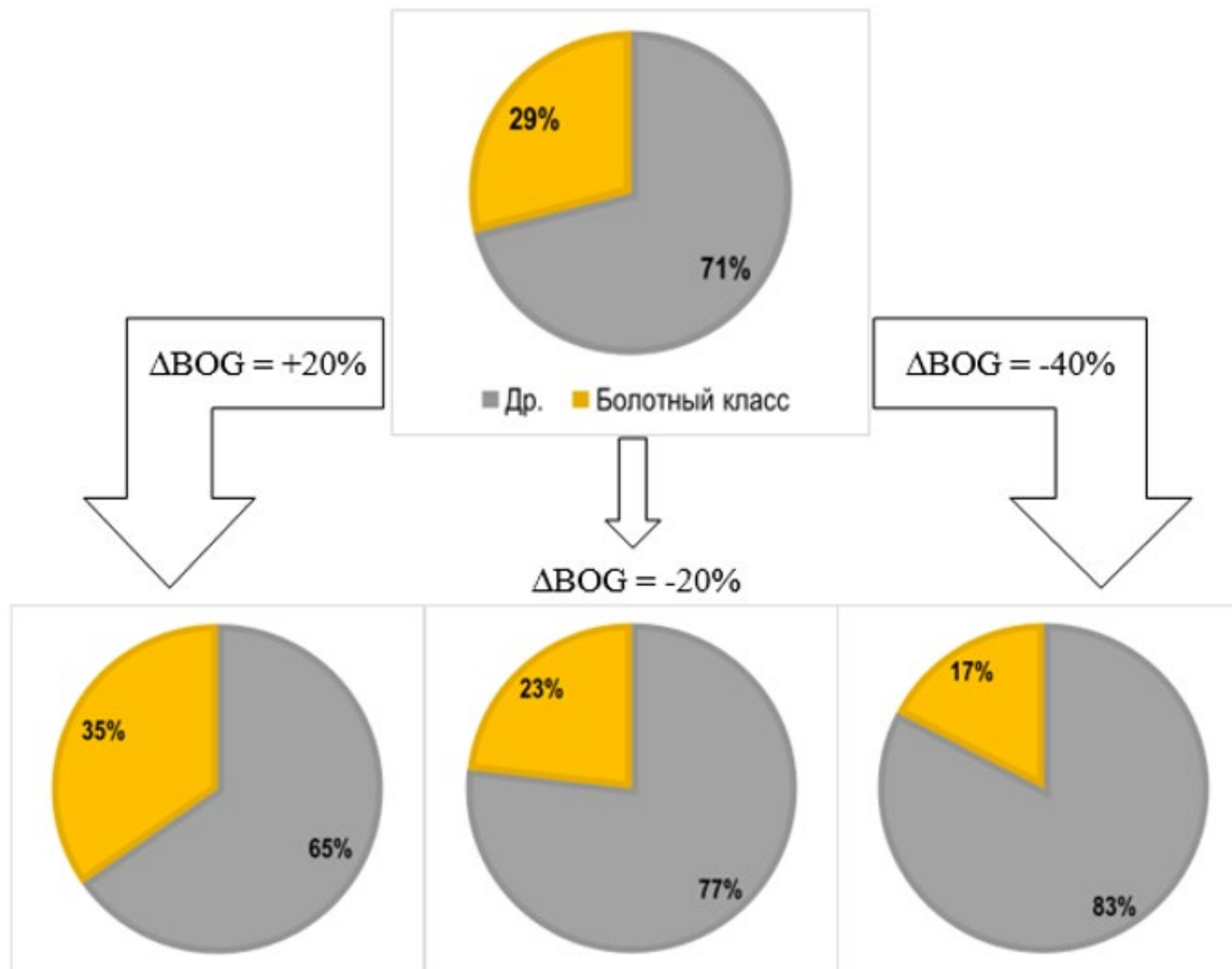
P_i^* и T_i^* – изменённые значения осадков и температур с учётом ΔP и ΔT .



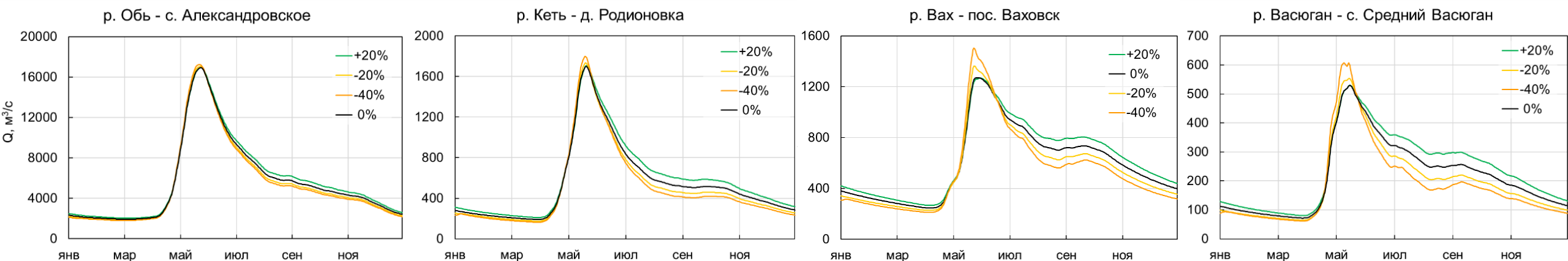
$\Delta T, ^\circ\text{C}$ $\Delta P, \%$	р. Обь - с. Александровское			р. Обь - г. Колпашево			р. Чулым - пгт Батурино			р. Кеть – д. Родионовка		
	0	+2	+4	0	+2	+4	0	+2	+4	0	+2	+4
0	0.0	-12.3	-23.5	0.0	-9.2	-16.7	0.0	-19.3	-34.8	0.0	-18.5	-36.3
10	15.4	2.3	-10.3	12.3	2.0	-7.1	24.2	2.5	-16.4	21.3	2.3	-16.6
20	31.1	17.4	3.9	24.9	13.9	3.6	49.2	25.9	4.3	42.7	23.4	3.9

$\Delta T, ^\circ\text{C}$ $\Delta P, \%$	р. Томь - г. Томск			р. Вах - пос. Ваховск			р. Васюган – с. Средний Васюган		
	0	+2	+4	0	+2	+4	0	+2	+4
0	0.0	-11.5	-21.7	0.0	-13.2	-27.1	0.0	-18.8	-37.9
10	18.4	5.8	-5.9	17.4	4.2	-10.0	21.5	2.0	-18.1
20	37.0	23.8	10.9	34.7	21.5	7.3	43.0	23.3	2.6

2. Оценка чувствительности модели к изменениям доли болотного ландшафта

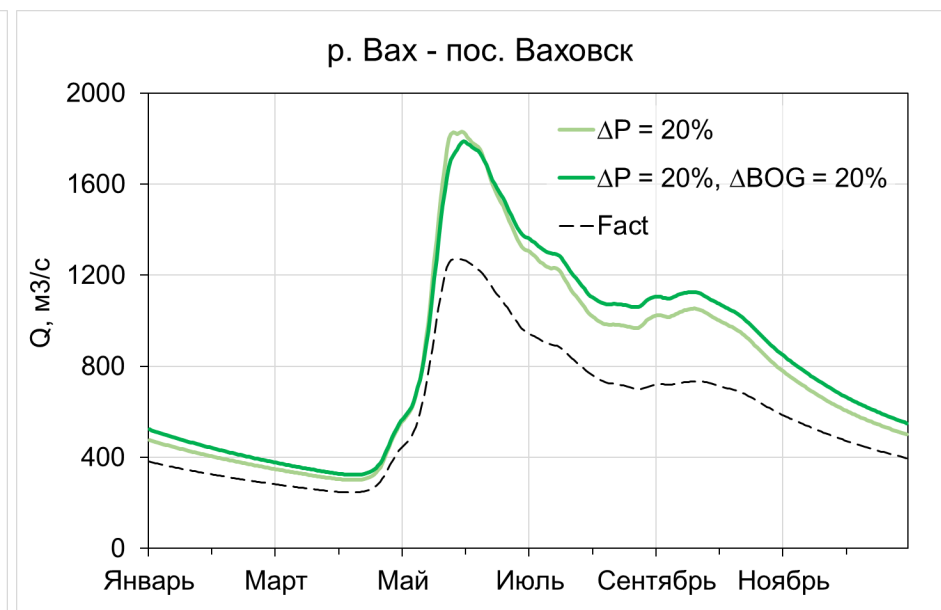
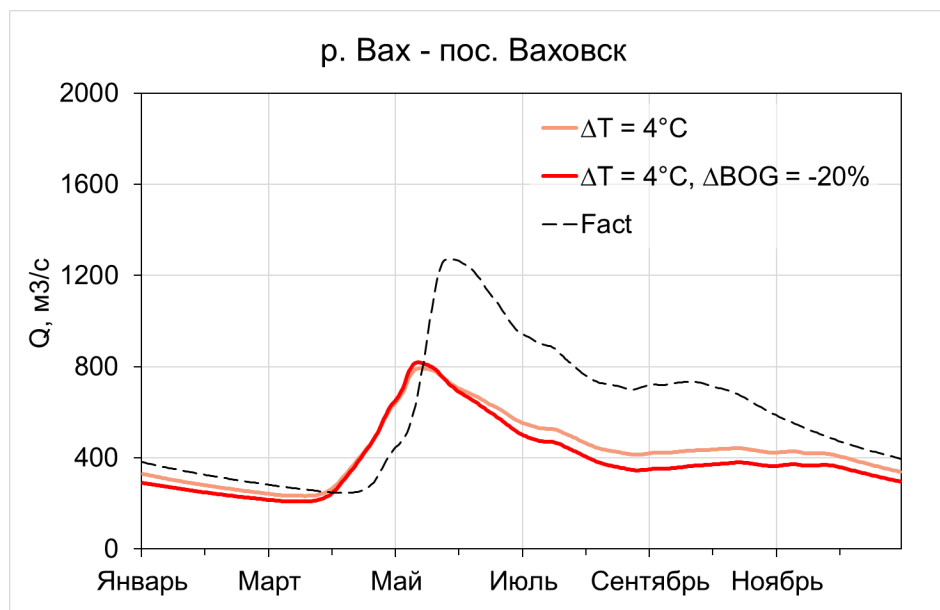


2. Оценка чувствительности модели к изменениям доли болотного ландшафта



	ΔBOG :	-40%	-20%	0	+20%
р. Обь – г. Колпашево		-0.7	-0.5	0	1.2
р. Обь – с. Александровское		-4.4	-2.9	0	4.1
р. Чулым – пгт Батурино		-0.7	-0.6	0	1.9
р. Томь – г. Томск		-0.1	-0.1	0	0.3
р. Кеть – д. Родионовка		-9.3	-5.9	0	8.2
р. Вах – пос. Ваховск		-9.2	-5.6	0	7.0
р. Васюган – с. Средний Васюган		-14.2	-8.9	0	10.9

2. Оценка чувствительности модели к изменениям доли болотного ландшафта



	$\Delta T = 4^\circ\text{C}$ $\Delta \text{BOG} = -20\%$	$\Delta T = 4^\circ\text{C}$	$\Delta P = 20\%$	$\Delta P = 20\%$ $\Delta \text{BOG} = 20\%$
р. Обь – г. Колпашево	-17	-17	25	26
р. Обь – с. Александровское	-26	-24	31	36
р. Чулым – пгт Батурино	-35	-35	49	52
р. Томь – г. Томск	-22	-22	37	37
р. Кеть – д. Родионовка	-42	-36	43	52
р. Вах – пос. Ваховск	-34	-27	35	42
р. Васюган – с. Средний Васюган	-46	-38	43	55

6-12%



Спасибо за внимание.

