



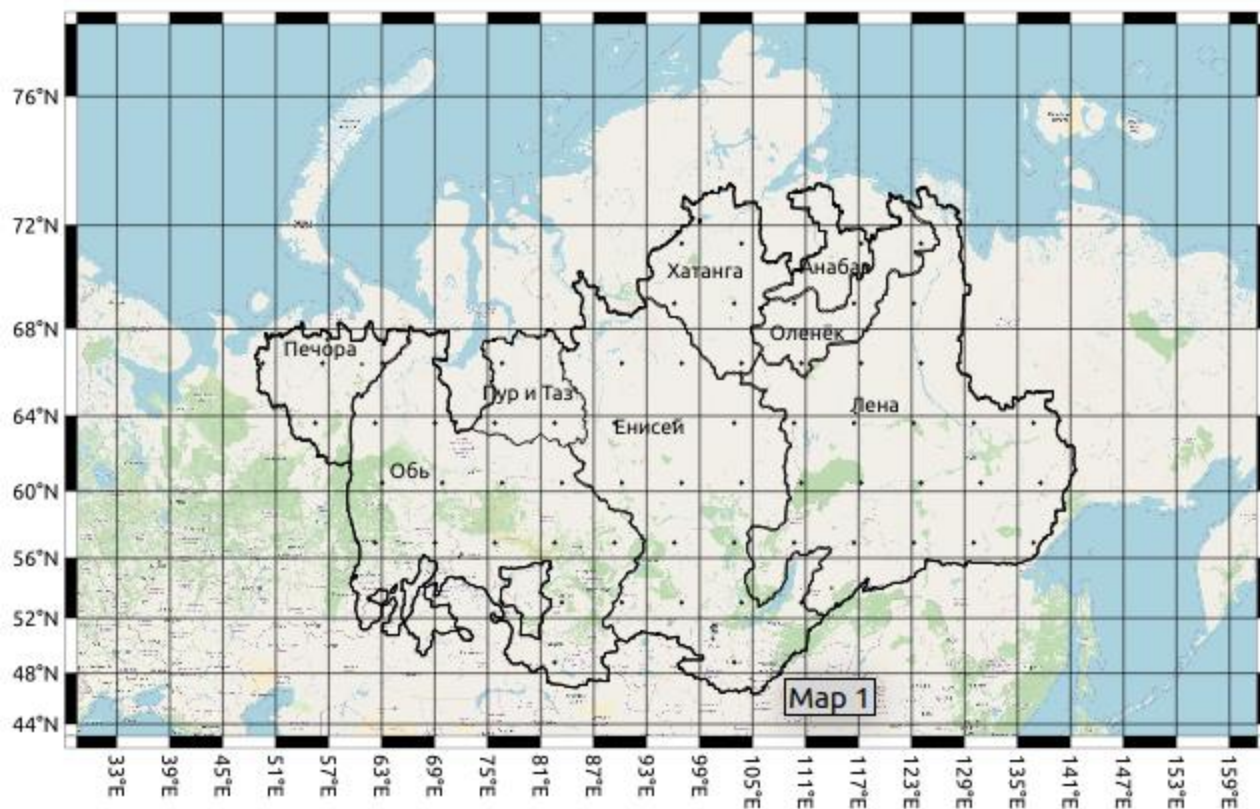
ААНИИ

Арктический и антарктический
научно-исследовательский институт

Изменение гидрологических характеристик (модуль стока, температура, испарение, осадки) и их отражение в математических функциях А.А.Трунин, Д.Д. Волкова

¹Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, Россия.

Большие реки: Печора, Обь, Пур, Таз, Енисей, Хатанга, Анабар, Оленёк, Лена



Ре-анализ MERRA-2. Получены статистические характеристики: модуля стока, температуры, массы снега, испарения, осадков (сумма, среднее, медиана, стандартное отклонение, максимальное и минимальное значение) для указанных вобосборов с 1980 по 2022 год. Для компиляции матриц и расчета статистик использовалось бесплатное (открытое) программное обеспечение: QGIS, R.

ПРЕИМУЩЕСТВА МОДЕЛИ MERRA-2

- **Повышенная точность данных:**

• MERRA-2 использует передовые методы ассимиляции данных, что позволяет учитывать последние спутниковые наблюдения и улучшать точность метеорологических и климатических параметров.

- **Коррекция аэрозольных данных:**

Модель учитывает влияние аэрозолей (пыль, дым, органические и неорганические вещества) на атмосферные процессы, что повышает точность оценки радиационного баланса и климатических воздействий.

- **Поддержка долгосрочного анализа:**

MERRA-2 адаптирована для использования как ретроспективного, так и оперативного анализа, охватывая период с 1980 года по настоящее время, что делает её надежной основой для исследования климатических тенденций.

Высокое пространственное и временное разрешение:

MERRA-2 предоставляет данные с разрешением $0,5^\circ \times 0,625^\circ$ и временным шагом в 1 час, что позволяет детально изучать региональные климатические и метеорологические изменения.

Интеграция множества источников данных:

Модель использует комбинацию данных с наземных станций, спутников и аэрозольных измерений, что расширяет её применимость для различных климатических исследований.

Широкий спектр применений:

MERRA-2 активно используется в таких областях, как мониторинг изменения климата, исследование погодных явлений, оценка качества воздуха и управление природными ресурсами.

Доступность и открытость данных:

MERRA-2 является частью инициативы NASA по открытым данным и доступна исследователям и организациям по всему миру, что способствует более широкому использованию и верификации результатов.

Прогнозирование экстремальных событий:

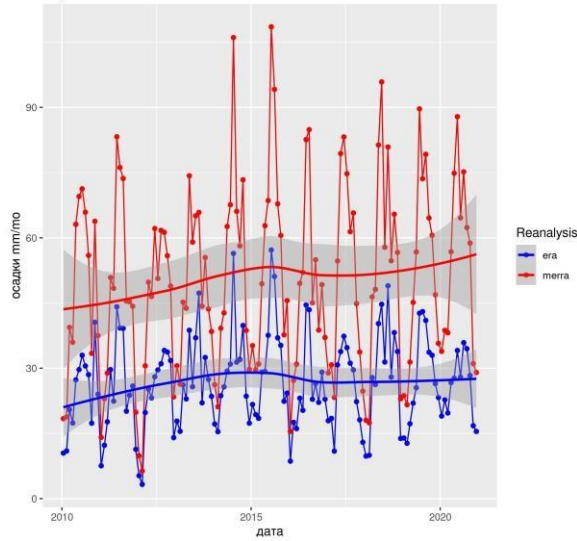
Высокая точность модели позволяет прогнозировать экстремальные погодные явления, такие как ураганы, шторма и засухи, что важно для оценки рисков и принятия решений по предотвращению катастроф.

Совместимость с другими климатическими моделями:

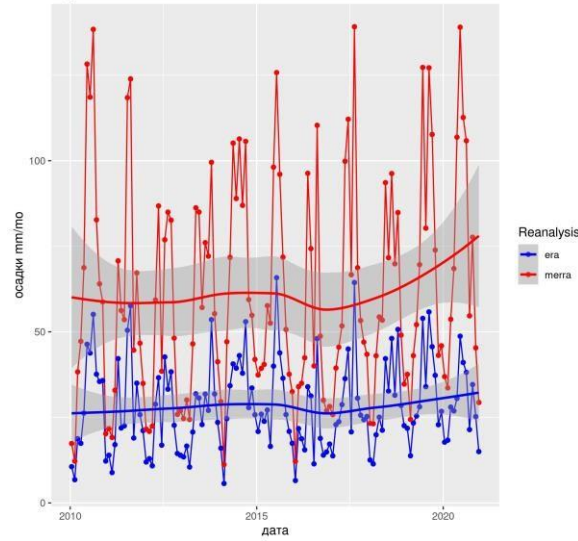
Данные MERRA-2 легко интегрируются с другими климатическими и метеорологическими моделями, что позволяет использовать их для междисциплинарных исследований и повышения точности глобальных климатических прогнозов.

Результаты сравнения. Осадки. Среднее.

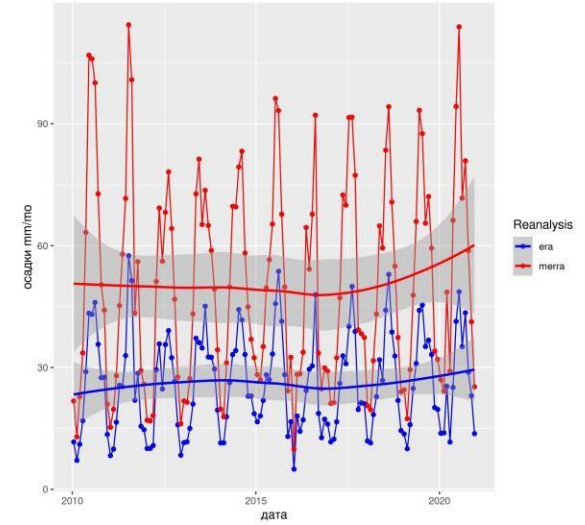
Водосбор реки Обь. Осадки
Период с 2010 по 2020. Шаг месяц.



Водосбор реки Таз. Осадки
Период с 2010 по 2020. Шаг месяц.



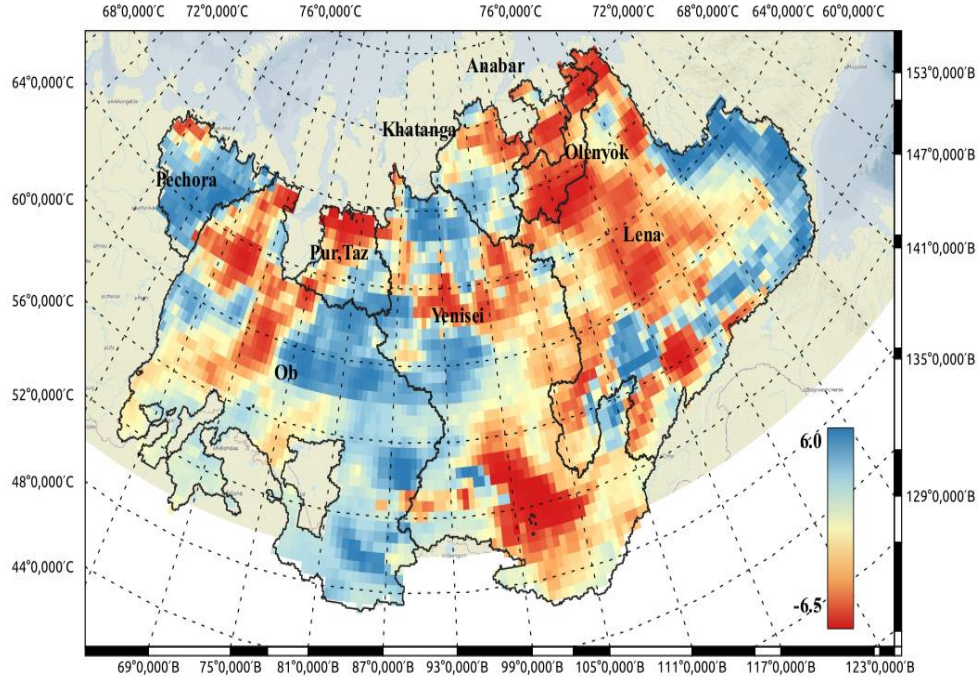
Водосбор реки Енисей. Осадки
Период с 2010 по 2020. Шаг месяц.



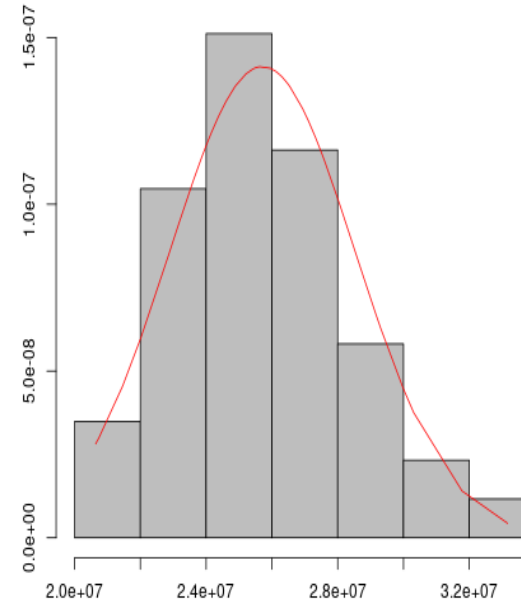
MERRA2/ERA5	Енисей	Обь	Пур Таз
mean	0.970733	0.9482551	0.93608797
median	0.96399959	0.9503853	0.92994203
std	0.9022712	0.87462814	0.90116366
min			
max	0.8666929	0.79918822	0.9242994

Линейная регрессия и распределение плотности значений модуля стока 1980 - 2022

Линейная регрессия

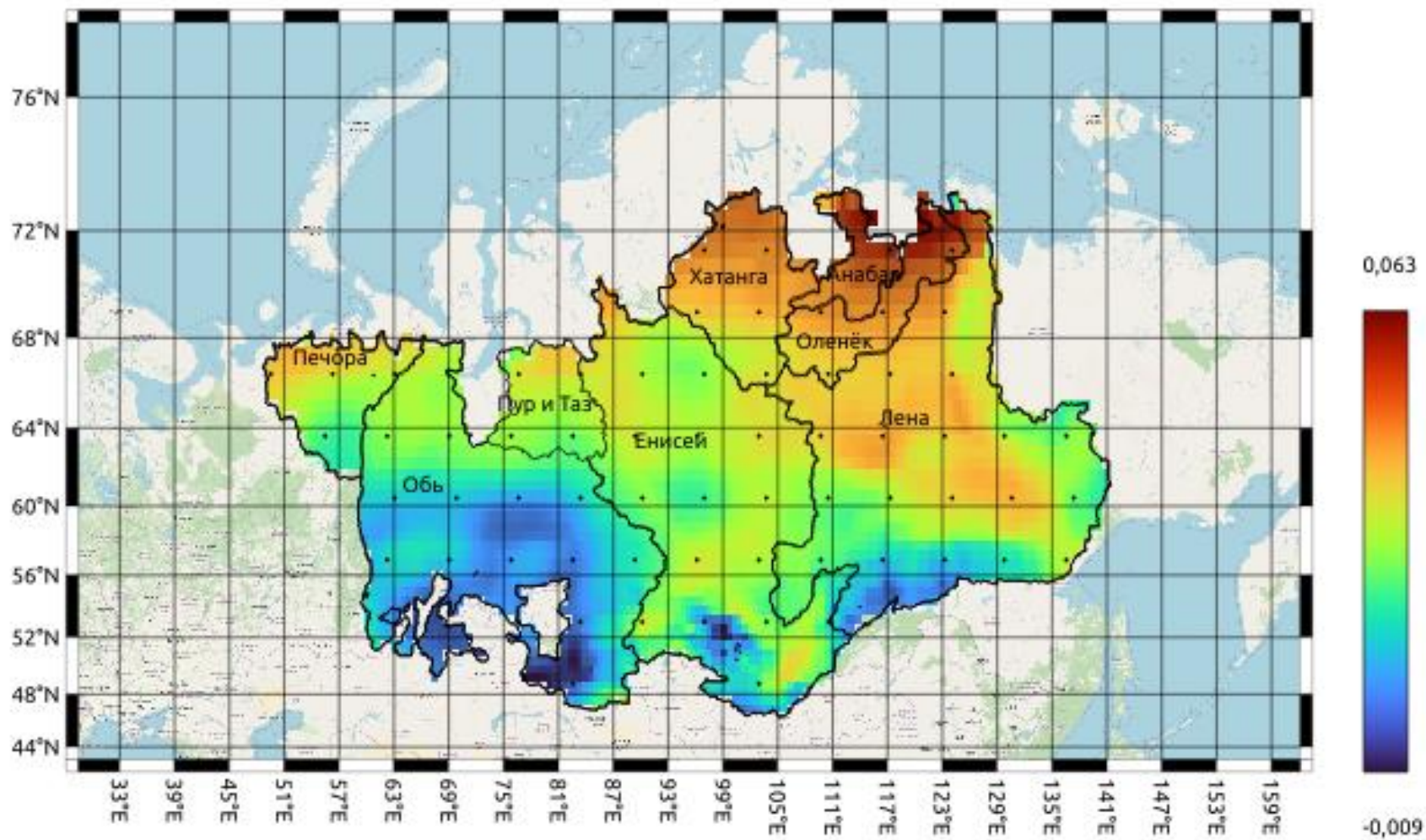


Гистограмма и нормальное распределение плотности

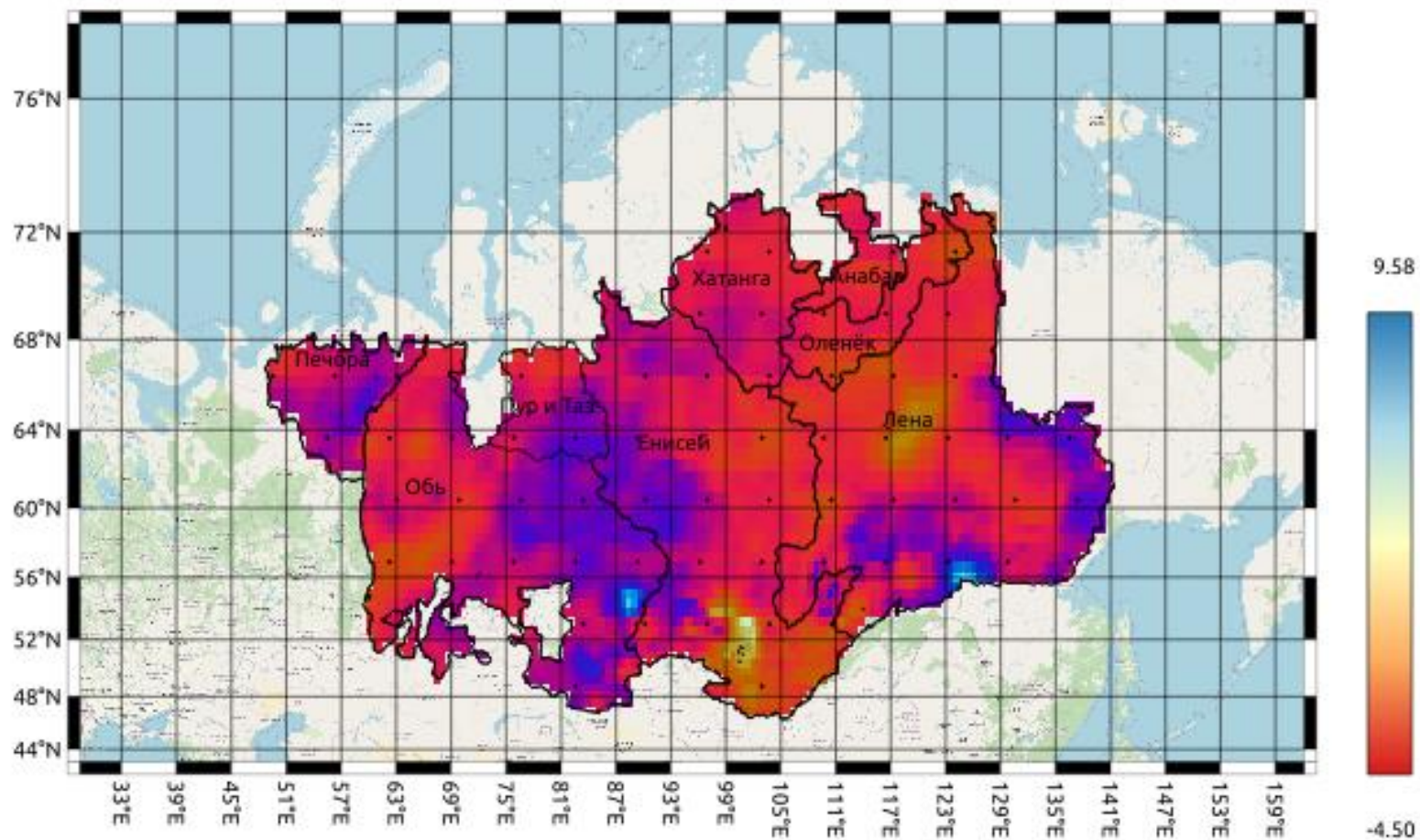


watersheds	mean	median	std	min	max	watersheds	mean	median	std	min	max
Khatanga	-0,20	-0,18	0,51	-1,40	0,85	Pechora	0,81	0,85	0,93	-1,62	4,02
Anabar	-0,91	-0,90	0,50	-1,89	0,19	Ob	0,06	0,02	0,84	-2,68	5,81
Olenyok	-1,29	-1,23	0,69	-2,88	0,17	Pur_Taz	-0,50	-0,43	1,16	-3,10	1,66
Lena	-0,27	-0,41	0,99	-3,71	3,42	Yenisei	-0,32	-0,30	1,00	-6,49	3,61

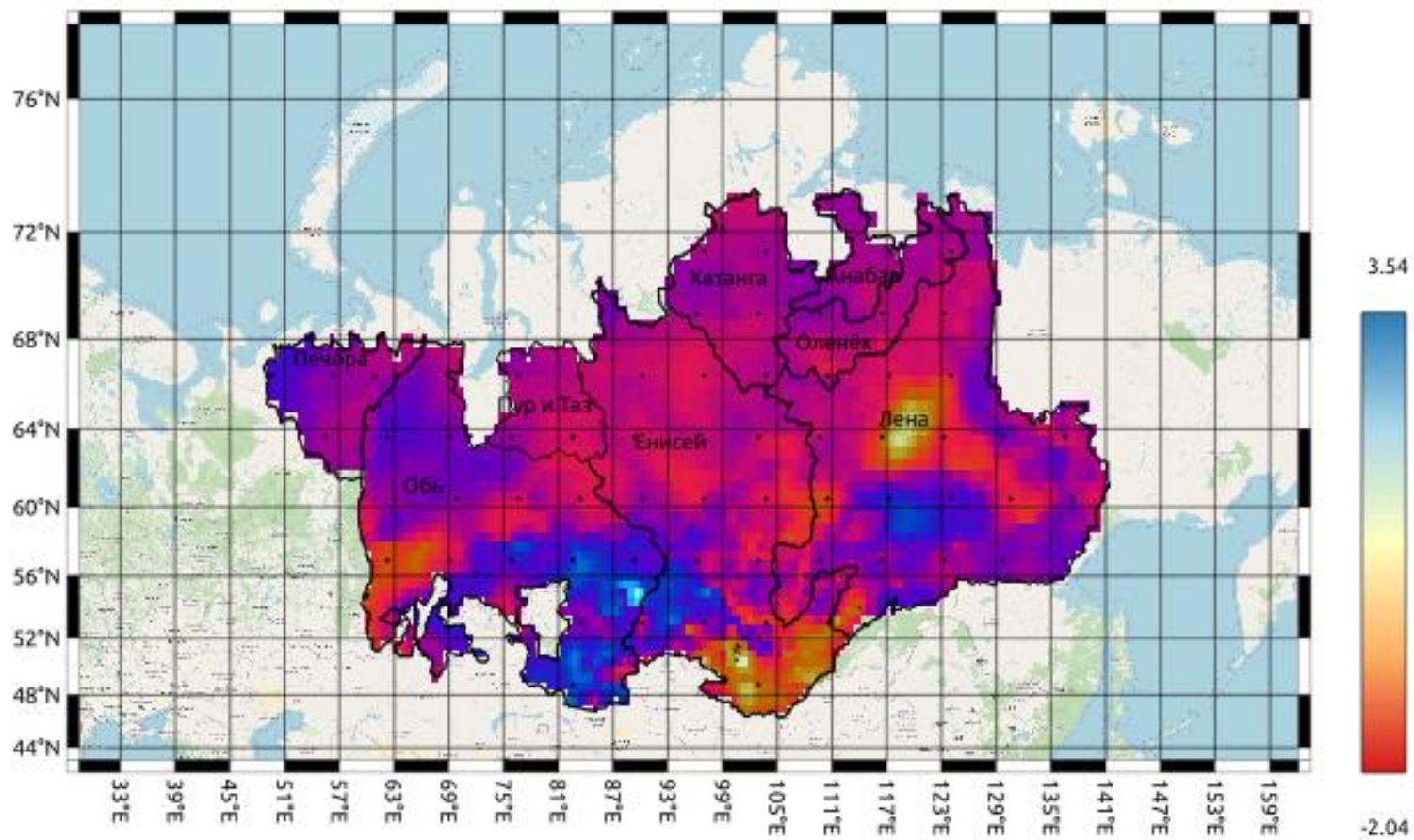
Линейная регрессия. Температура 2м. 1980-2022 г.



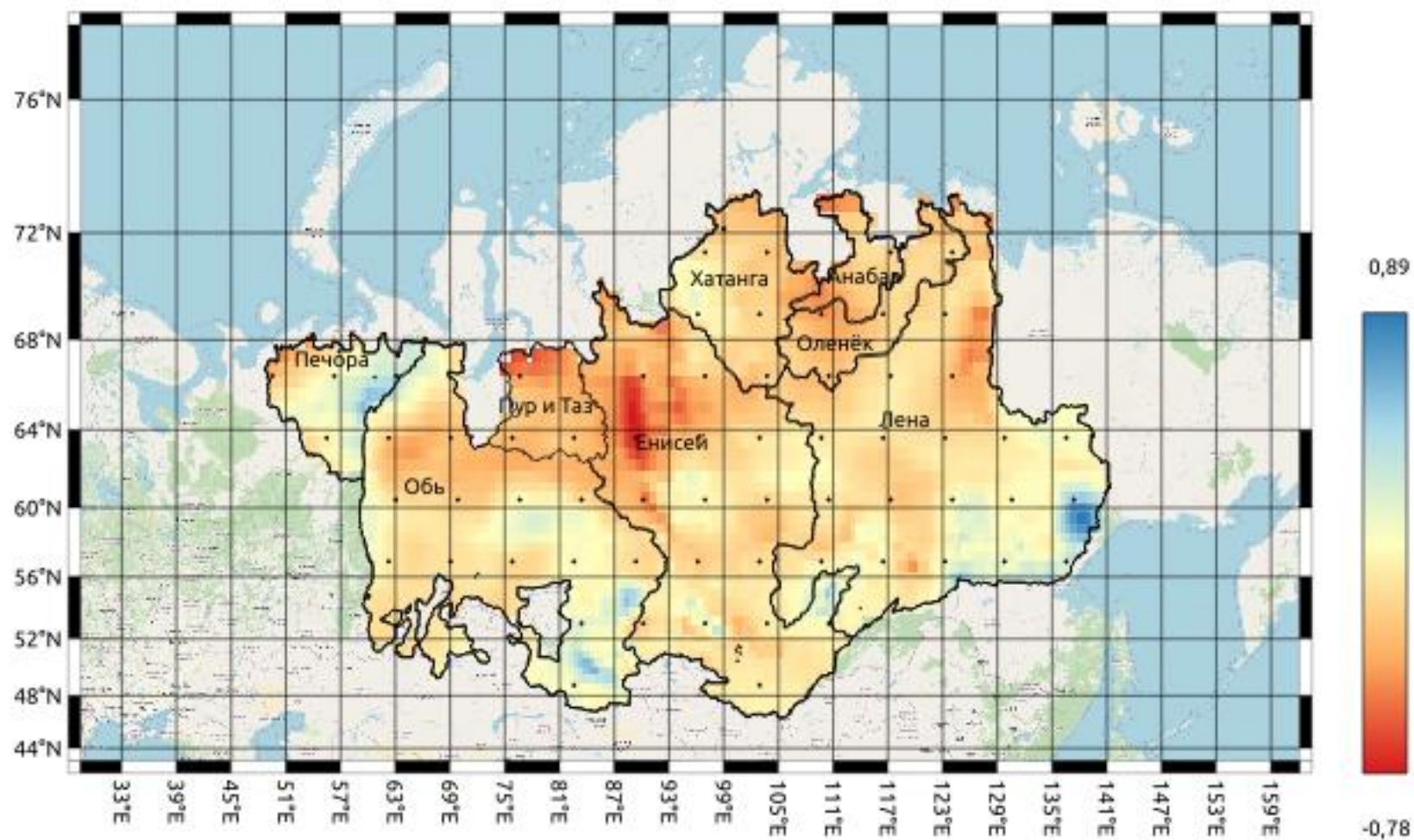
Линейная регрессия. Осадки. 1980-2022 г.



Линейная регрессия. Испарения. 1980-2022 г.



Линейная регрессия. Снег. 1980-2022 г.



Гидрологическое районирование, получение и накопления информации для интерпретации климатических данных.

Для проведения геоморфологического и гидрологического районирования применялись следующие программные реализации:

- QGis version 3.22 (freeware);
- GRASS (freeware);
- SAGA (freeware);
- R version 3.4.1 (freeware);
- PostgreSQL version 9.6;
- PostGIS;
- ВЕБ-ГИС платформа <https://earthatlas.sr.unh.edu>
- ВЕБ-ГИС платформа http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/~yamadai/MERIT_Hydro/

В рамках программы импортозамещения следует отметить, что перечисленное программное обеспечение является бесплатным и распространяется на условиях Стандартной Общественной Лицензии (https://ru.wikipedia.org/wiki/GNU_General_Public_License).

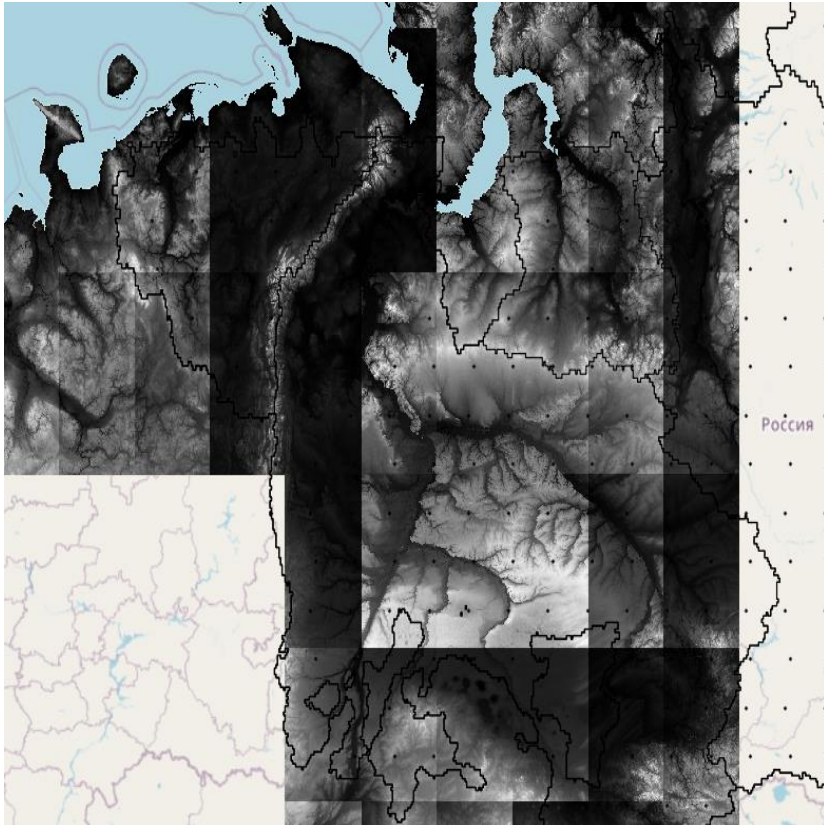
Для нормального функционирования анализа данных необходимые программные средства и данные загружены на сервера института.

Подготовлены к патентованию морфометрические характеристики рек: Обь, Таз, Пур, Пясины.

По материалам патентования морфометрических характеристик (контур водосбора, линий рек - представленные едиными объектами с правильной нумерацией узлов) будет направлено письмо с данными в Росреестр для регистрации и единого использования в гидрологических задачах. Следует отметить, что такие данные отсутствуют в Росреестре, что значительно затрудняет выполнение гидрологических задач в единых данных.

В качестве цифровой модели рельефа используется ВЕБ-ГИС - MERIT_hydro.

Пример использование цифровой модели рельефа (MERIT)

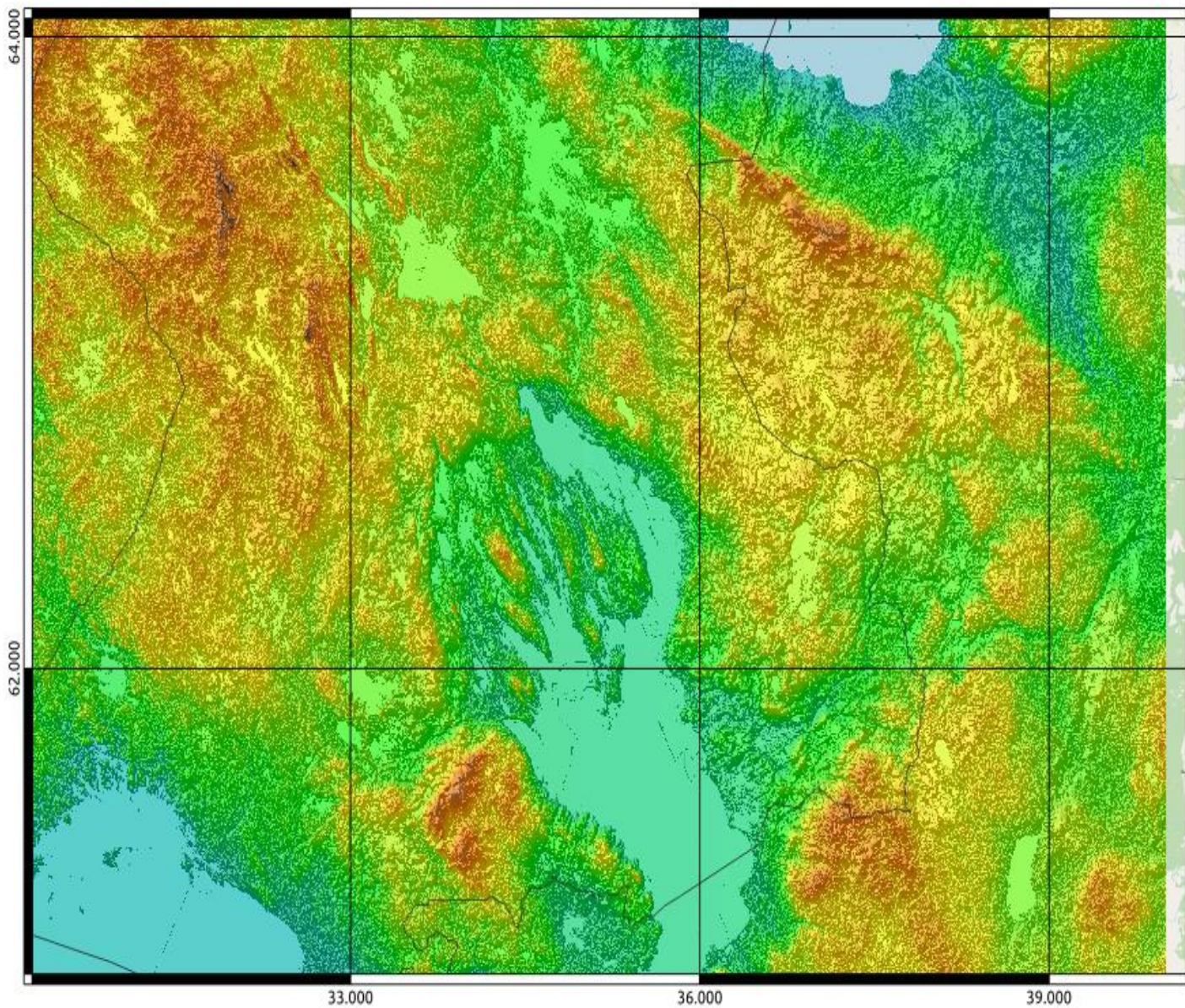


MERIT - ЦМР представляет собой скорректированное возвышение пересчитывается в 4-байтовое число с плавающей запятой (float32). Отметки корректируются так, чтобы удовлетворять условию «нисходящий поток не выше верхнего по течению», при этом сводя к минимуму необходимые изменения по сравнению с исходной ЦМР.

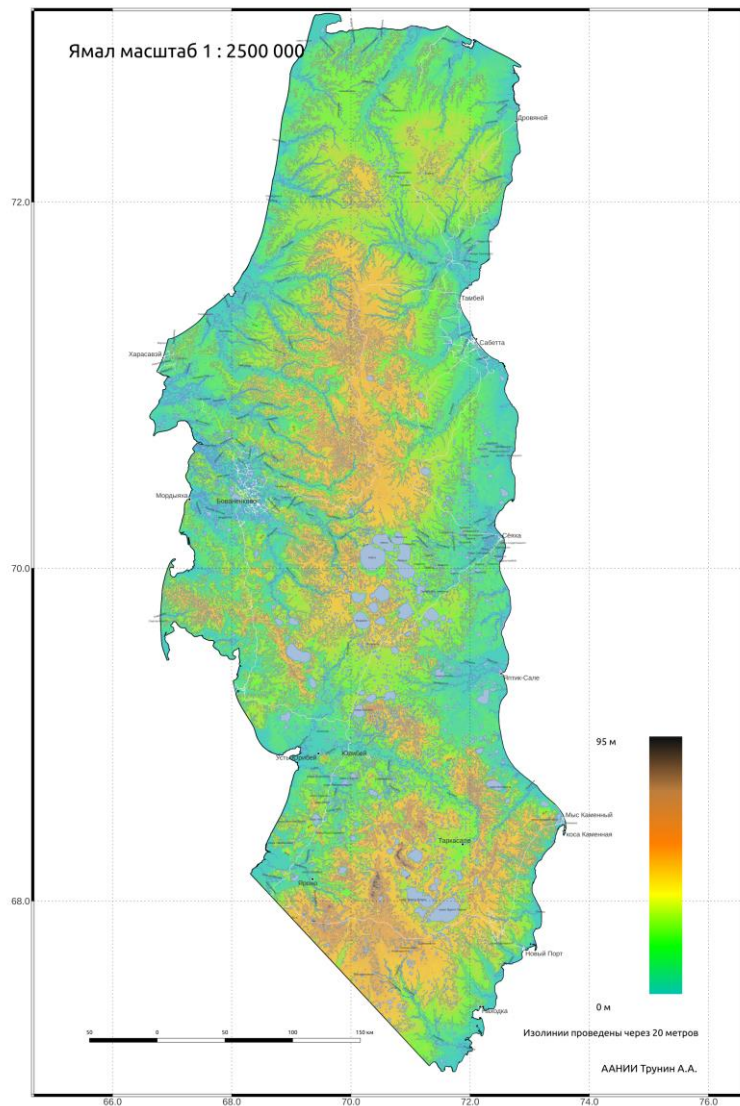
Высота над геоидом EGM96 представлена в метрах, а шаг по вертикали установлен на 10 см. Неопределенные пиксели (океаны) представлены значением -9999.

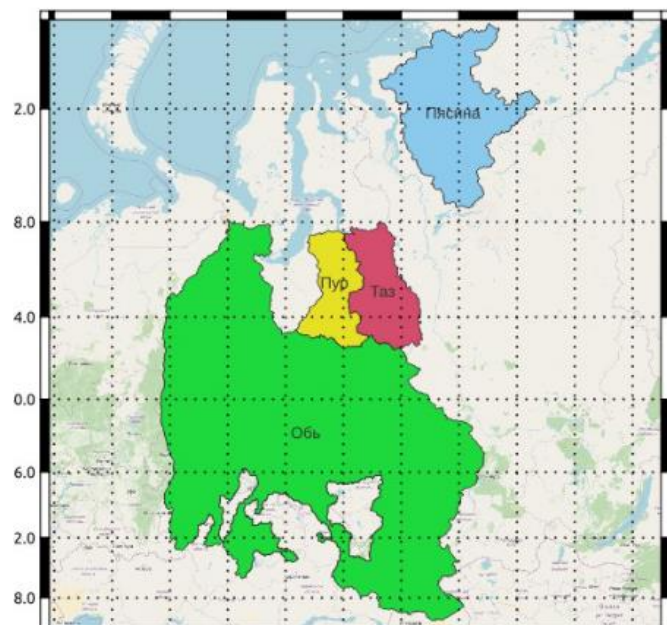
Подробную информацию о методе см. в [Yamazaki et al., 2012, WRR].

Пример использования цифровой модели рельефа (MERIT)



Карта Ямала.





rusina_points — объектов всего: 58003, отфильтровано: 58003, в...

	vertex_ind	distance	angle	long	lat
1	0	0	315,00000...	82,597917	73,000417
2	1	0,0008333...	315,00000...	82,597917	73,001250
3	2	0,0016666...	315,00000...	82,597083	73,001250
4	3	0,0041666...	45,000000...	82,597083	73,003750
5	4	0,0058333...	45,000000...	82,598750	73,003750
6	5	0,0066666...	45,000000...	82,598750	73,004584
7	6	0,0074999...	45,000000...	82,599583	73,004584
8	7	0,0091666...	45,000000...	82,599583	73,006250
9	8	0,0108333...	45,000000...	82,601250	73,006250
10	9	0,0141666...	45,000000...	82,601250	73,009584

Все объекты

Таблица №1. Статистические характеристики данных содержащихся в таблицах. Характеризующие базу данных.

№	Узлы границы водосбора		Мин. значение	1-й (25%) квартиль	Медиана	Среднее	3-й (75%) квартиль	Макс. значение
1	Обь севернее Салехарда (18892 узла)	Долгота (long)	65.77	66.57	68.75	68.37	69.81	70.68
		Широта (lat)	66.04	66.60	67.14	67.14	67.79	68.06
2	Обь (146283 узла)	Долгота (long)	58.96	63.49	73.20	74.75	86.25	92.65
		Широта	46.72	46.72	58.76	57.90	63.16	68.06

СПАСИБО