



Чтения, посвященные 90-летию члена-корреспондента РАН Темботова А.К.,
приуроченные к празднованию 300-летия Российской академии наук в период 2022-2024гг.

Ландшафтно-климатическое разнообразие Кавказа в моделях и данных дистанционного зондирования Земли

Пшегусов Р.Х.

Институт экологии горных территорий им. А.К. Темботова РАН



Содержание

1. Кавказ как географическая единица.

2. Базы растровых географических данных для экологического моделирования

3. Рельеф

3.1. Разнообразие форм рельефа

3.1.1. Высоты

3.1.2. Уклоны

3.1.3. Экспозиции

4. Климат

4.1. Типы климата

4.2. Данные по температуре

4.3. Осадки

5. Высотно-поясная структура Кавказа в моделях

Кавказ как географическая единица

Физико- географическая область Кавказа (от 38 до 47° с.ш. и от 36 до 50° в.д.) ограничена Большим, Малым Кавказом и Закавказской депрессией (Кура-Араксинская низменность на востоке и Колхидская низменность на западе); территориально включает Российскую Федерацию, Грузию, Армению и Азербайджан.

Кавказ расположен в пределах Альпийско-Гималайского подвижного пояса с активными новейшими тектоническими движениями и характеризуется разнообразием горного рельефа.

По геолого-геоморфологическому строению на территории Кавказа с севера на юг выделяются четыре главные орографические зоны, совпадающие с основными структурными элементами Кавказа:

- Предкавказская равнина,
- Горная система Большого Кавказа (Большой Кавказский хребет и Северный Кавказ),
- Закавказская депрессия,
- Закавказское нагорье





Член-корреспондент РАН
Темботов Асланби Казиевич
(16.01.1932 – 09.08.2006)

Научной и методической основой исследований является сформулированная А.К. Темботовым, и разрабатываемая в течение почти полувека, концепция о высотно-поясной структуре Кавказа, согласно которой все многообразие природно-климатических условий на Кавказе подчинено закономерностям высотно-секторальной неоднородности. Хотя основные положения концепции были определены при исследованиях закономерностей пространственного распределения млекопитающих Кавказа (Темботов и др., 2001), впоследствии учение было дополнено и расширено как самим А.К. Темботовым, так и его учениками, охватывая самые разнообразные компоненты горных экосистем.



1 — границы широтных зон; 2 — границы типов высотности; 3 — границы парниковости; 4 — метеостанции. Широтные зоны: I — степная; II — полупустынная; III — алашско-фторговецкая; IV — сууха субтропическая. Типы и варианты: V — западно-северо-кавказский; VI — восточно-северо-кавказский; VII — западно-авкавказский; VIII — восточно-авкавказский; IX — переднекавказский. Варианты: V₁ — кубанский; V₂ — алабурский; VI₁ — терский; VI₂ — алашский; VII₁ — алжарский; VIII₁ — южноостинский; VIII₂ — алашско-фторговецкий; VIII₃ — пикало-кобанский.

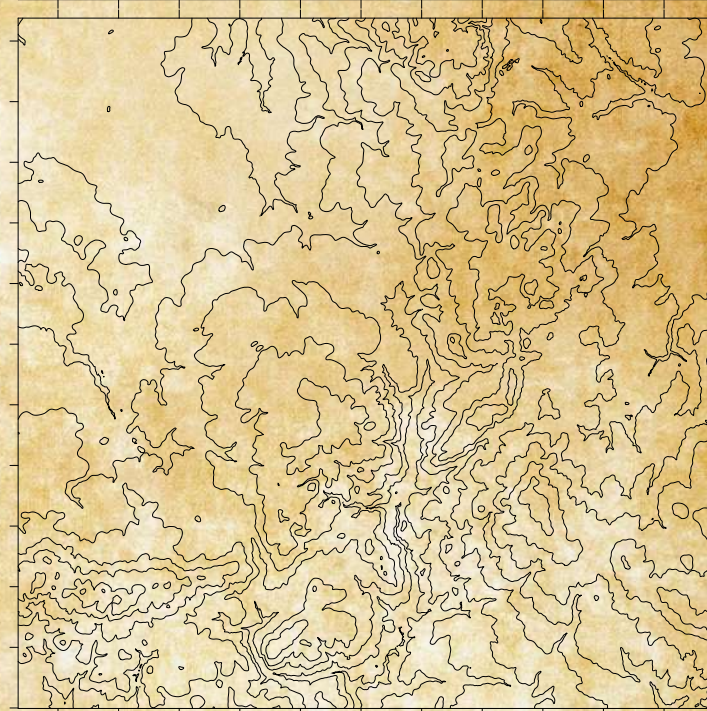
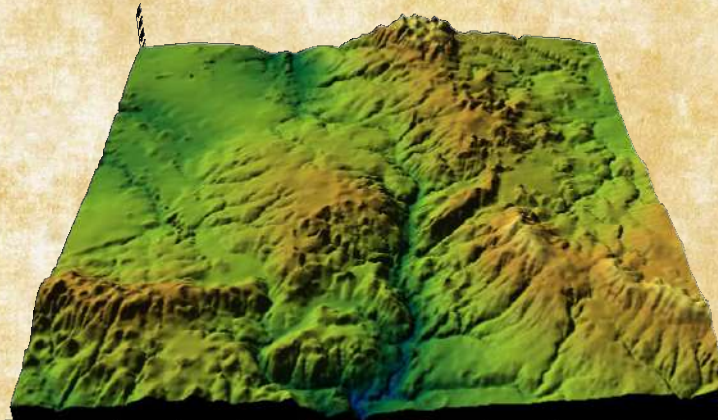
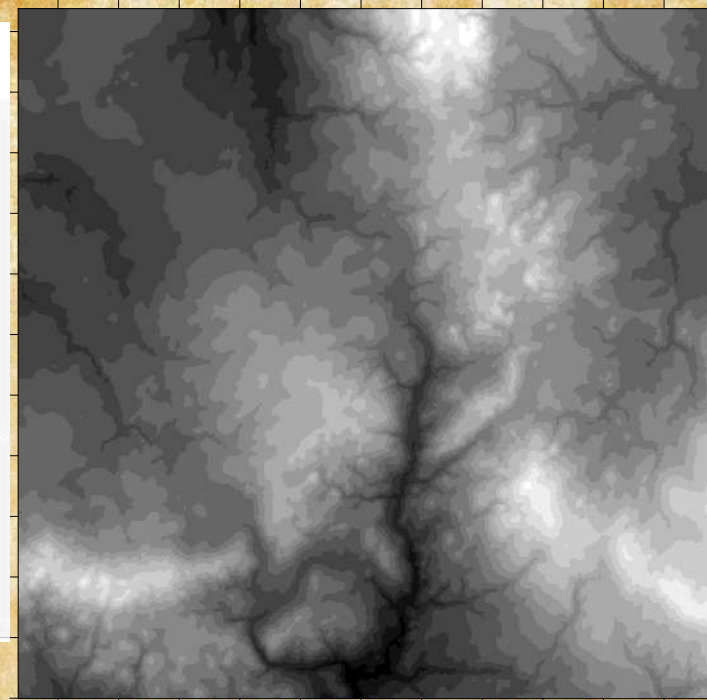
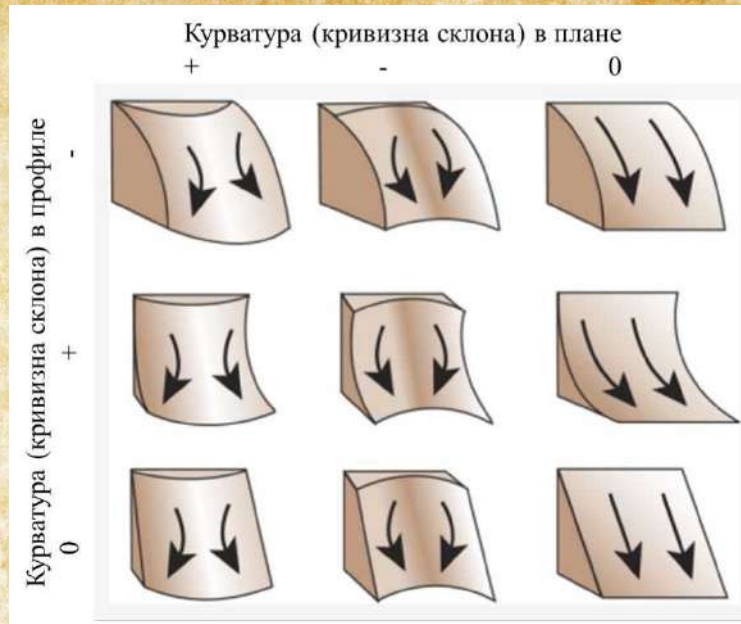


Базы растровых географических данных для экологического моделирования

Название	Представленные данные	Ссылки на источник
Earthengine Google	Агрегатор географических данных Google	https://earthengine.google.com/ https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog
MODIS	Агрегатор данных NASA	https://modis.gsfc.nasa.gov/
EarthEnv	Данные для экологического моделирования. Топография, местообитания, климатические данные, рельеф, данные о пресных водах, разрешение от 50 м до 1 км	http://www.earthenv.org/
ASTGTM	Цифровая модель рельефа	https://lpdaac.usgs.gov/products/astgtmv003/
SRTM	Цифровая модель рельефа, разрешение 90-250 м	https://srtm.csi.cgiar.org/
WorldClim	Климатические данные для моделирования, разрешение 1 км	https://worldclim.com/
CHELSA Bioclim	Биоклиматические данные	https://chelsa-climate.org/bioclim/
The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)	Модели изменения климата	https://www.ipcc.ch/
Last glacial maximum climate	Климат послеледникового максимума (21000 лет назад), разрешение 30 сек.	https://chelsa-climate.org/last-glacial-maximum-climate/
ENVIREM	Модифицированный WorldClim	https://envirem.github.io/
Bio-ORACLE	Данные о поверхности (среднеклиматические параметры) и бентосе морских областей, разрешение 5 минут	https://bio-oracle.org/
Copernicus Marine Service	Данные о морских поверхностях: состоянии льдов, биогеохимические показатели, климатические показатели	https://marine.copernicus.eu/
World Soil Information SoilGrids	Данные о почвенном покрове, разрешение 250 м	https://soilgrids.org/
Агроэкологический атлас России и сопредельных стран	Климат, почвы, растительность, разрешение 10 км	http://www.agroatlas.ru/ru/
Научно-прикладной справочник «Климат России»	Данные по климату России	http://aisori-m.meteo.ru/climsprn/
Earth	Карта ветров	https://earth.nullschool.net/
Earth Science Data Systems (ESDS) Program	The Human Footprint	https://earthdata.nasa.gov/learn/sensing-our-planet/the-human-footprint

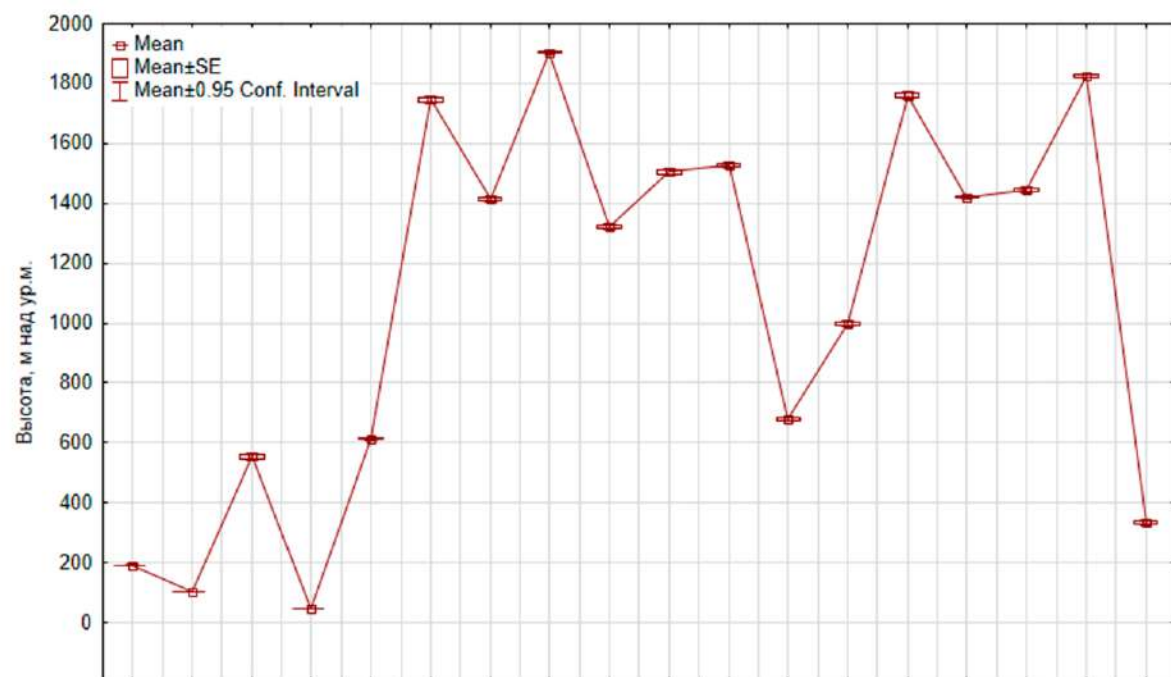
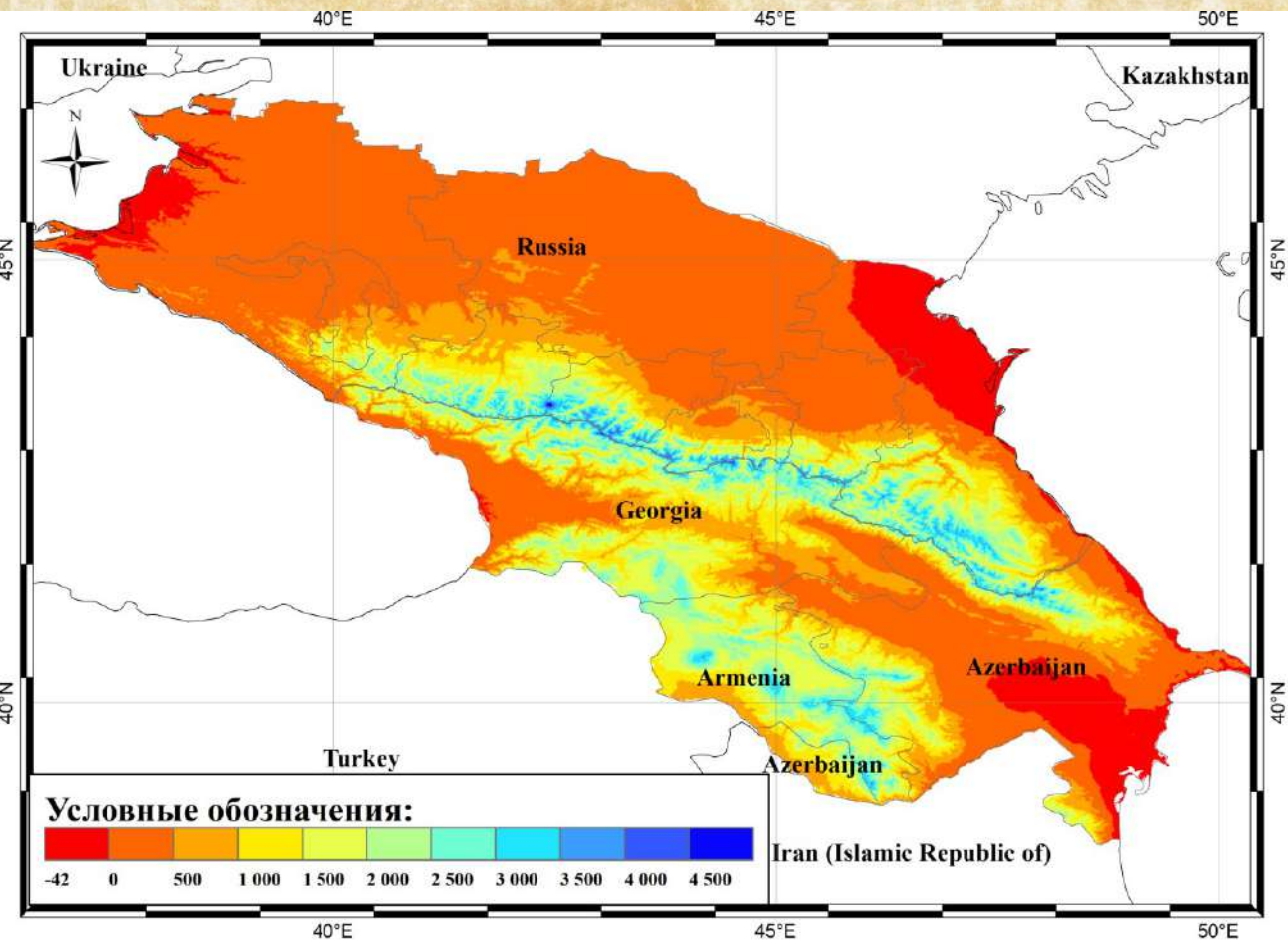
Рельеф

- 1. РЕЛЬЕФ РАССМАТРИВАЕТСЯ КАК АПРИОРНЫЙ ФАКТОР, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАГИ И ТЕПЛА И ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ПРОСТРАНСТВЕННУЮ ИЗМЕНЧИВОСТЬ БИОФИЗИЧЕСКИХ И БИОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.**
- 2. ХАРАКТЕР ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАГИ И ТЕПЛА ЗАВИСИТ ОТ ИЕРАРХИЧЕСКОГО УРОВНЯ РЕЛЬЕФА:** микрорельеф – малые масштабы и инерционность перераспределения осадков, малые масштабы перераспределения тепла. Мезо – большая инерционность в т.д. Перераспределение влаги отображается градиентом (крутизной) поверхности и ее формой (вторая производная), перераспределение тепла относительной освещенностью с восточной и южной экспозиции.
- 3. ПАРАМЕТРЫ ИЕРАРХИЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ РЕЛЬЕФА ЕСТЬ ФУНКЦИИ ЕГО ГЕНЕЗИСА.**



Разнообразие форм рельефа

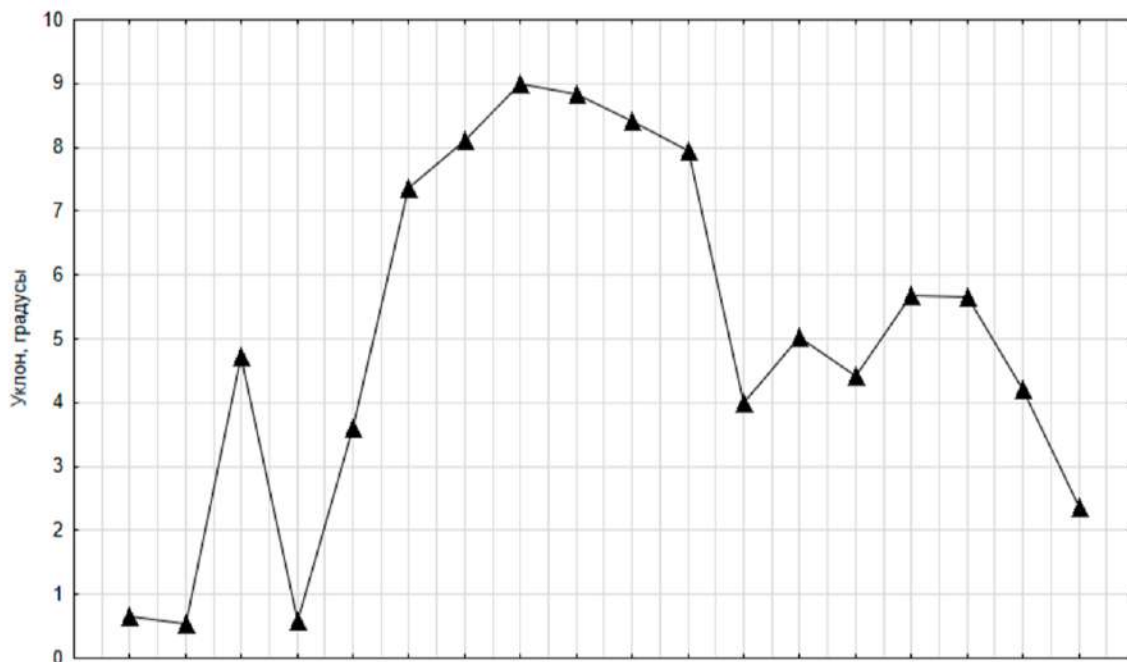
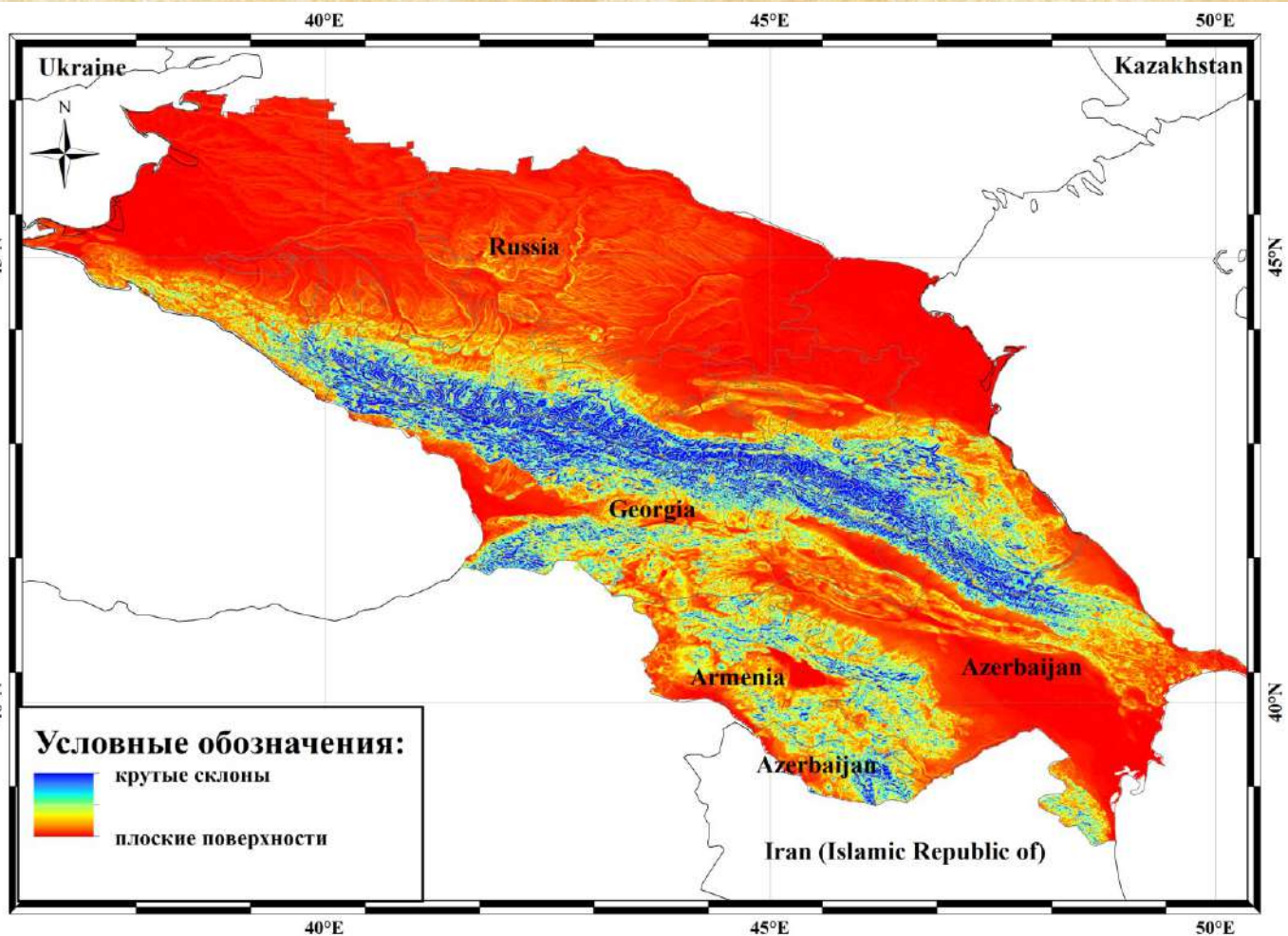
Высоты



I	II	III	IV	V ₁	VI ₁	VI ₂	VI ₃	VII ₁	VII ₂	VIII ₁	VIII ₂	VIII ₃	VIII ₄	VIII ₅	VIII ₆	IX ₁	IX ₂				
Степная зона	Полупустынная зона	Влажносубтропическая зона	Сухая субтропическая зона	Кубанский	Эльбрусский	Терский	Дагестанский	Колхидский	Аджарский	Южноосетинский	Алазано-агричайский	Шемахо-кобыстанский	Триалетский	Центрально-малокавказский	Карабах-зангезурский	Джавахетско-армянский	Талышский				
Варианты поясности																					
				Западно-северокавказский				Восточно-северокавказский				Западно-закавказский				Восточно-закавказский				Переднеазиатский	
Широтные зоны																					
Типы поясности																					

Разнообразие форм рельефа

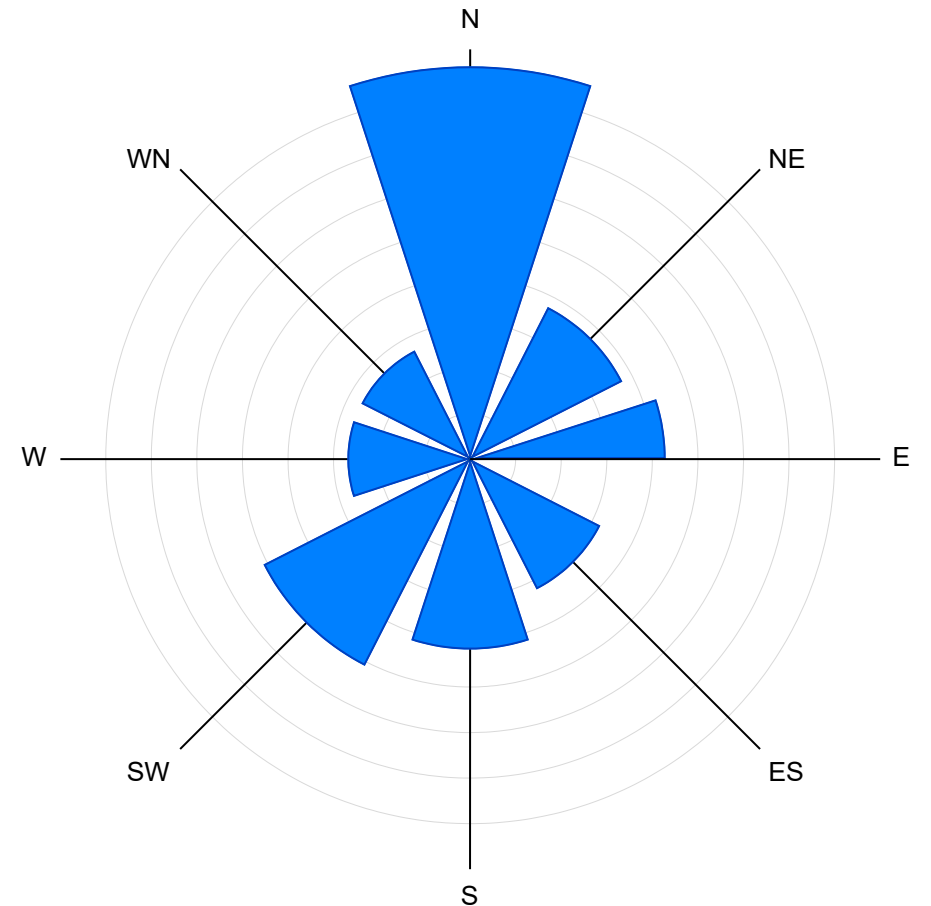
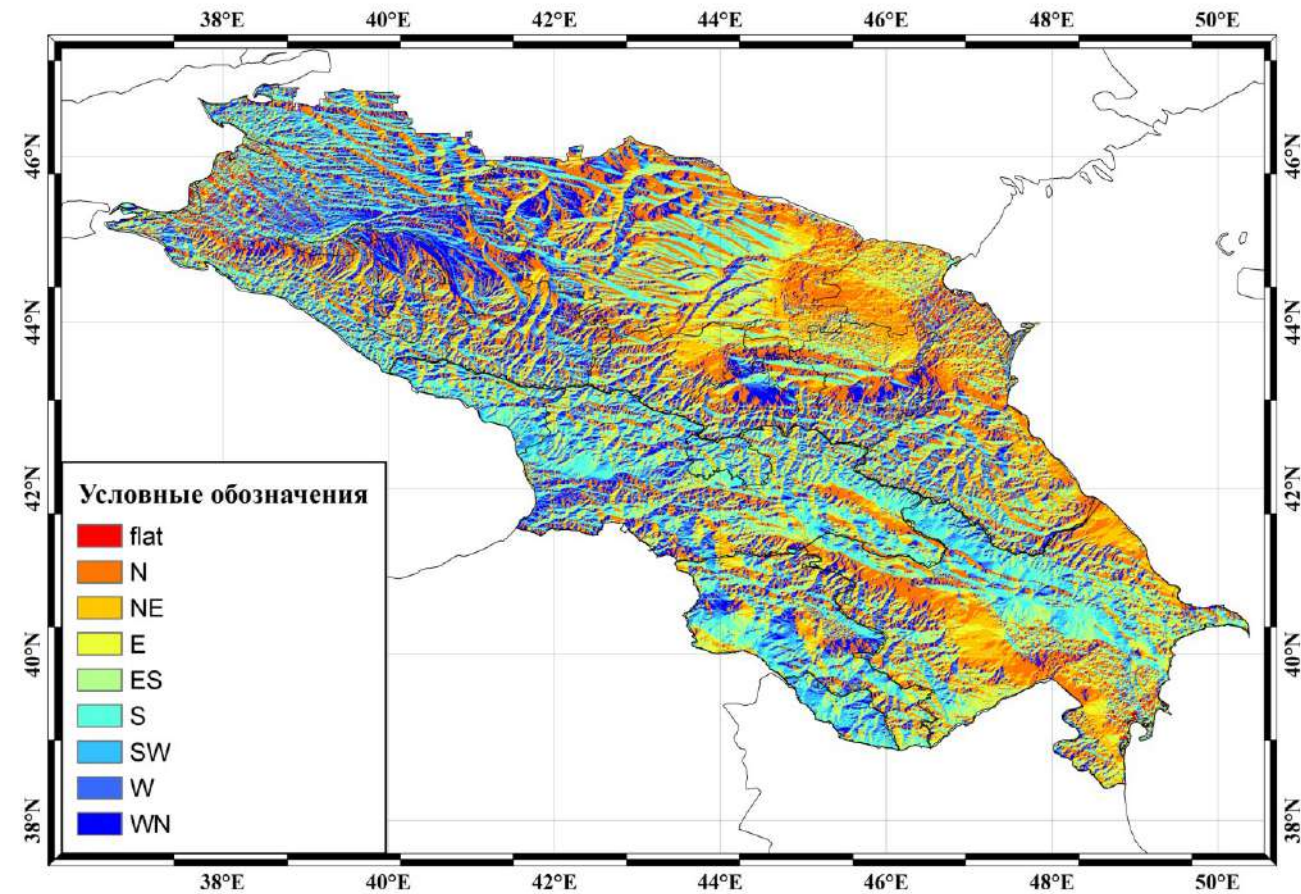
Уклоны



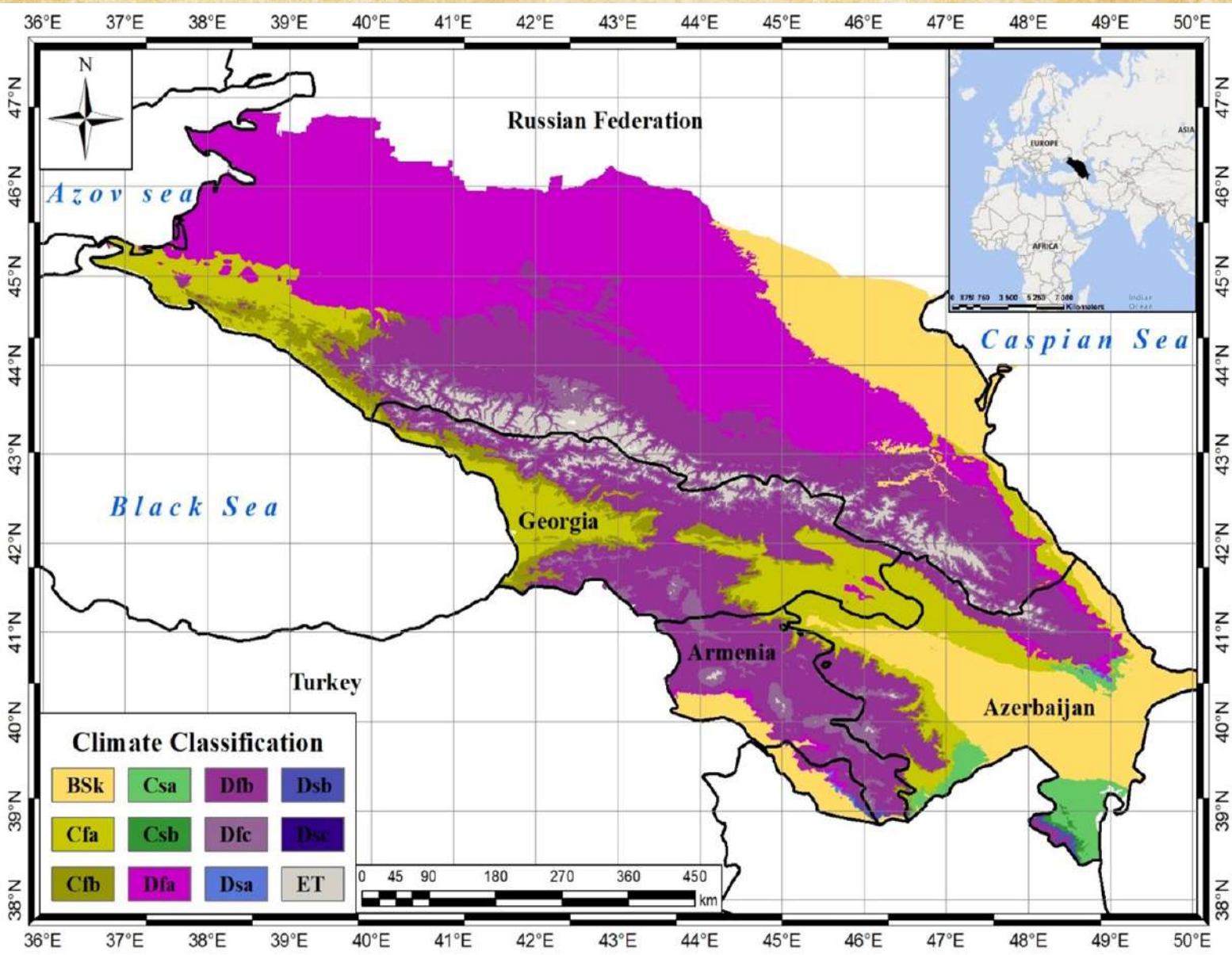
I	II	III	IV	V ₁	VI ₁	VI ₂	VI ₃	VII ₁	VII ₂	VIII ₁	VIII ₂	VIII ₃	VIII ₄	VIII ₅	VIII ₆	IX ₁	IX ₂				
Степная зона	Полупустынная зона	Влажнотропическая зона	Сухая субтропическая зона	Кубанский	Эльбрусский	Терский	Дагестанский	Колхидский	Аджарский	Южноосетинский	Алазано-агричайский	Шемахо-кобыстанский	Триалетский	Центрально-малокавказский	Карабах-зангеурский	Джавахетско-армянский	Талышский				
Варианты поясности																					
				Западно-северокавказский				Восточно-северокавказский				Западно-закавказский				Восточно-закавказский				Переднеазиатский	
Широтные зоны																					
Типы поясности																					

Разнообразие форм рельефа

Экспозиции



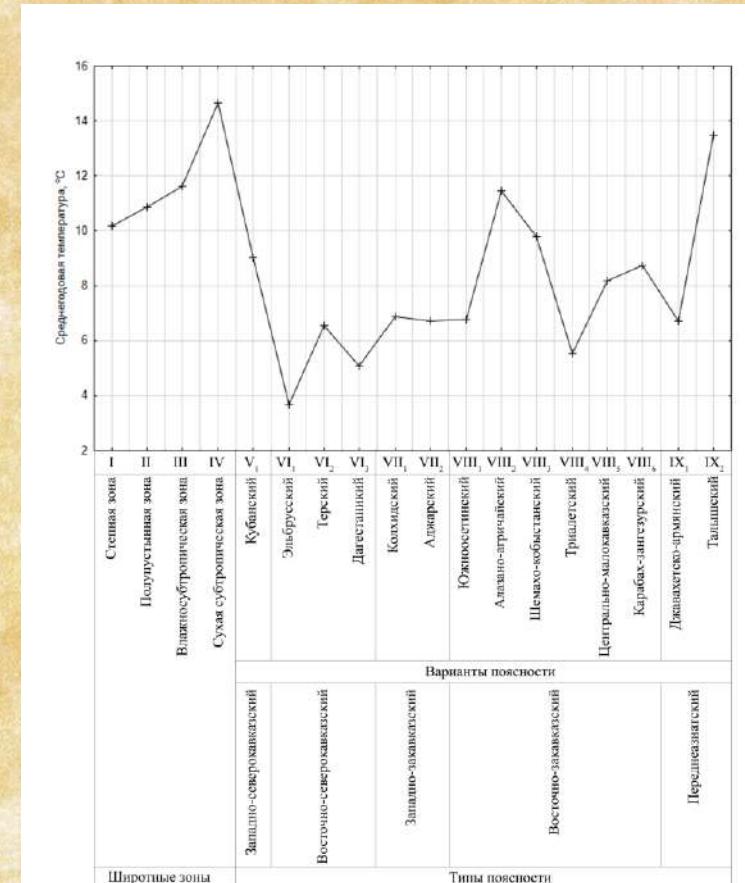
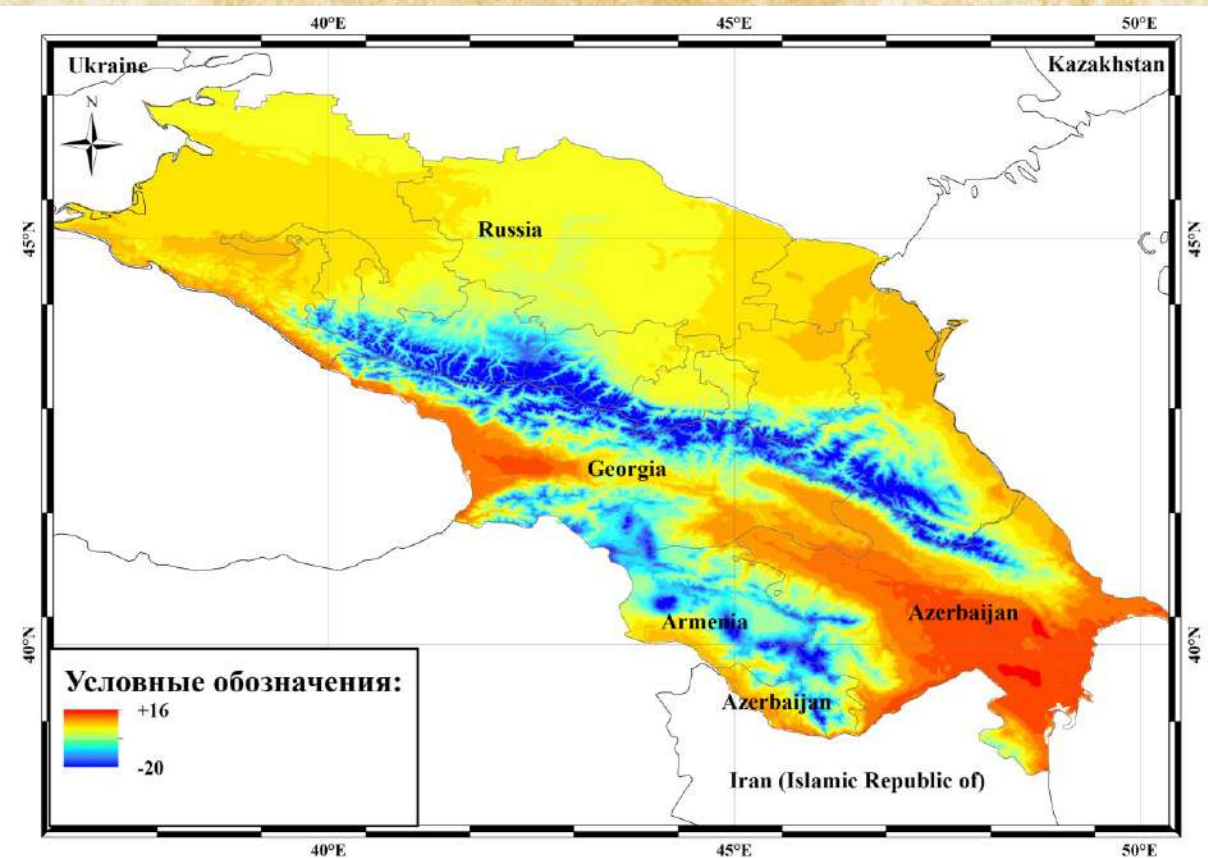
Типы климата



Преобладающий климат Большого Кавказа, как правило, влажный субтропический на Юго-Западном Кавказе (Черноморское побережье России) и влажный теплый летний континентальный на Северо-Западном Кавказе. Климат Центрального и Восточного Большого Кавказа (территория России на севере и территория Грузии на юге Главного Кавказского хребта) континентальный – прохладный, влажный (или даже альпийский) в высокогорьях; теплый, влажный в среднегорьях; жаркий, сухой на равнинах. Преобладающий климат в предгорьях и низкогорьях Малого Кавказа (горная система в Грузии, Армении и Азербайджане) влажный субтропический на западе и сухой субтропический на востоке. В среднегорьях преобладает континентальный климат (более сухой на востоке и юго-востоке). Климат Кура-Араксинской низменности и Колхидской низменности, разделяющих Большой Кавказ и Малый Кавказ, является сухим континентальным и влажным субтропическим соответственно.

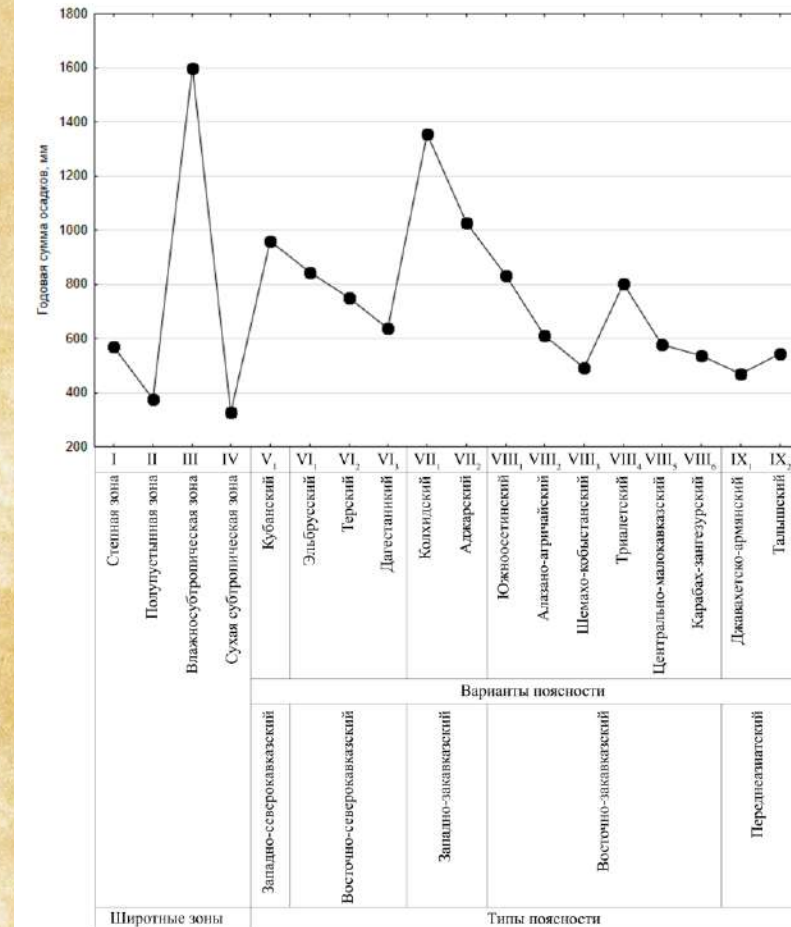
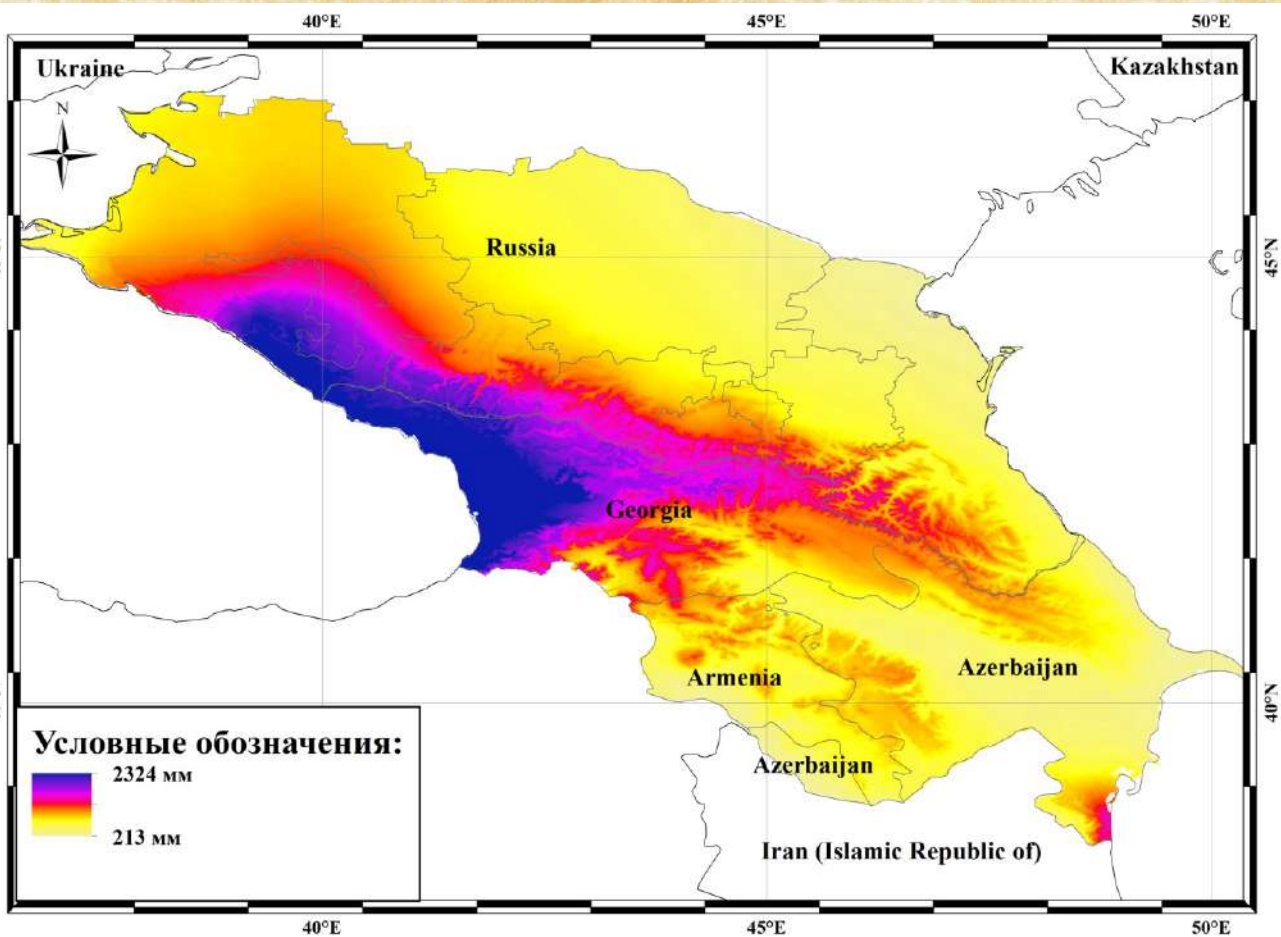
Данные по температуре

С горным рельефом Кавказа связана высотная зональность климата, выражающаяся в понижении температуры воздуха с ростом высоты над уровнем моря. Это понижение температуры на каждые 100 м высоты неодинаково в разных частях Кавказа. На склонах западной части Большого Кавказа, которые находятся под влиянием Черного моря, оно не превышает $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, а для горных хребтов, расположенных в районах с сухим континентальным климатом (юго-восток) оно достигает $0,7\text{-}0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Количество осадков увеличивается до определенной высоты, а затем уменьшается. Эта критическая высота колеблется от 2500 м на Западном Кавказе до 3000-3100 м на Центральном и Восточном (Ефремов, 1988).



Осадки

В целом климат Центрального Кавказа умеренно континентальный, сравнительно холодный и влажный, однако в субальпийском поясе заметно нарастание его сухости и континентальности. По многолетним данным метеостанции в сел. Терскол (2150 м над ур. м.), среднемесячная температура самого холодного месяца (декабря) в горах составляет - 6,7°C, самого теплого (июля) – 12,6°C. Годовая сумма осадков составляет около 900 мм (более 50% выпадает за теплый период), а их распределение во многом обусловлено влиянием рельефа гор и расположением хребтов по отношению к влагонесущим массам.



Высотно-поясная структура Кавказа в моделях

В рамках проводимых комплексных исследований горных экосистем, решалась задача пространственного анализа различных единиц высотно-поясной структуры Кавказа методами биоэкологического моделирования. Рассматриваемые в работе аспекты, являющиеся одним из этапов развития концепции о биологическом эффекте высотно-поясной структуры горных экосистем (Темботов и др., 2001), позволяют оценивать базовые единицы высотно-поясной структуры горных ландшафтов Кавказа как целостные незамкнутые системы, состоящие из n-подмножеств, имеющих протяженность в трехмерном пространстве (т.е. объем) и длительность по времени. При этом закономерности формирования биоразнообразия в горных условиях могут быть отслежены через термодинамическое видение функционирования подобных экосистем на трех уровнях исследования (Пузаченко, 2017). На макроскопическом уровне (когорта) система рассматривается как целостная единица, состоящая из множес(тип и подтип поясности) – исследуются отношения между подсистемами и частями системы, на микроскопическом уровне (вариант, высотный пояс) – отношения между элементами на мезоуровне.

Classification Matrix (spred)																					
Rows: Observed classifications																					
Columns: Predicted classifications																					
Group	Percent Correct	G_1:0 p=.00927	G_2:1 p=.17576	G_3:2 p=.17024	G_4:3 p=.01439	G_5:4 p=.05374	G_6:51 p=.12863	G_7:61 p=.02461	G_8:62 p=.04641	G_9:63 p=.04602	G_10:71 p=.06365	G_11:72 p=.01218	G_12:81 p=.02524	G_13:82 p=.05255	G_14:83 p=.02688	G_15:84 p=.00702	G_16:85 p=.04097	G_17:86 p=.03061	G_18:91 p=.05489	G_19:92 p=.01691	
G_1:0	89.36898	5750	0	0	0	410	0	0	0	0	0	0	0	44	209	0	0	1	20	0	0
G_2:1	84.04971	0	102523	11241	0	0	6229	1818	168	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G_3:2	93.65948	622	2987	110654	0	539	0	0	692	465	0	0	0	1001	1185	0	0	0	0	0	0
G_4:3	65.14120	0	0	0	6505	0	49	0	0	0	2150	1263	0	0	0	19	0	0	0	0	0
G_5:4	92.25985	881	0	0	0	34412	0	0	0	0	0	0	0	0	1263	0	0	236	2	505	
G_6:51	68.70617	0	11203	1	88	0	61334	4402	2	0	11965	56	219	0	0	0	0	0	0	0	0
G_7:61	70.79797	0	1663	1110	0	0	228	12093	1489	1	383	85	29	0	0	0	0	0	0	0	0
G_8:62	61.95399	8	1362	1997	0	0	4	2179	19956	3496	352	1130	1723	0	0	1	3	0	0	0	0
G_9:63	85.02865	141	0	626	0	0	0	4	1191	27159	0	0	16	732	1582	0	480	5	5	0	0
G_10:71	76.05497	0	0	0	2618	0	1821	849	703	0	33595	2644	1537	0	21	368	16	0	0	0	0
G_11:72	46.36944	0	0	0	980	0	66	3	2	0	1292	3921	2	10	0	1882	298	0	0	0	0
G_12:81	56.43163	13	0	0	0	0	0	7	2331	640	64	68	9884	2406	0	1341	761	0	0	0	0
G_13:82	76.65268	2729	0	0	0	192	0	0	591	2949	0	0	993	27956	627	0	349	84	1	0	0
G_14:83	36.21503	159	0	0	0	4374	0	0	0	2404	0	0	0	1735	6757	0	2194	993	42	0	0
G_15:84	56.28718	0	0	0	0	0	3	0	28	0	0	189	1042	27	0	2744	836	0	6	0	0
G_16:85	69.85651	1805	0	0	0	1	0	0	0	10	0	0	457	1807	0	494	19863	2331	1666	0	0
G_17:86	47.16599	1165	0	0	0	723	0	0	0	11	0	0	0	76	351	0	3670	10019	5139	88	0
G_18:91	81.97711	504	0	0	0	9	0	0	10	5	0	47	12	0	0	2308	3384	587	31230	0	0
G_19:92	70.80777	0	0	0	0	2374	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	375	677	8310	0
Total	77.04095	13777	119738	125629	10191	43034	69734	21355	27163	37140	49801	9403	15914	35794	11995	9157	31855	14650	38768	8903	0



Благодарю за внимание!