

# СОВРЕМЕННЫЕ ПОДВИЖКИ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА И КРЫМА ПО GPS НАБЛЮДЕНИЯМ

А.П. Миронов<sup>1</sup>, В.К. Милуков<sup>1</sup>, Г.М. Стеблов<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга МГУ им М.В. Ломоносова

<sup>2</sup>Институт физики Земли РАН

<sup>3</sup>Геофизическая служба РАН

## Введение

Северный Кавказ и Горный Крым входят в число наиболее тектонически активных регионов России. Эти регионы находятся в зоне сочленения Скифской плиты и Альпийско-Гималайского складчатого пояса, их геодинамика в широком смысле обусловлена взаимодействием двух крупных литосферных плит - Евразийской и Аравийской. Геодинамические особенности региона Северного Кавказа обусловлены динамикой Кавказского горного сооружения и активностью Эльбрусского вулканического центра, а Крыма - динамикой системы «континентальная окраина (Горный Крым) – субокеаническая впадина (Черное море)». Как Северный Кавказ, так и Крым характеризуются повышенной тектонической активностью, интенсивными современными движениями земной коры, высокой сейсмичностью и вулканизмом.

## Геодезическая сеть gps станций Северного Кавказа и Крыма

Региональная Северо-Кавказская геодезическая сеть (СКГС) покрывает обширную территорию Республик Кабардино-Балкарии, Карачаево-Черкессии, Северной Осетии-Алании и состоит на настоящий момент из восьми станций наблюдения спутников GPS (рис. 1).

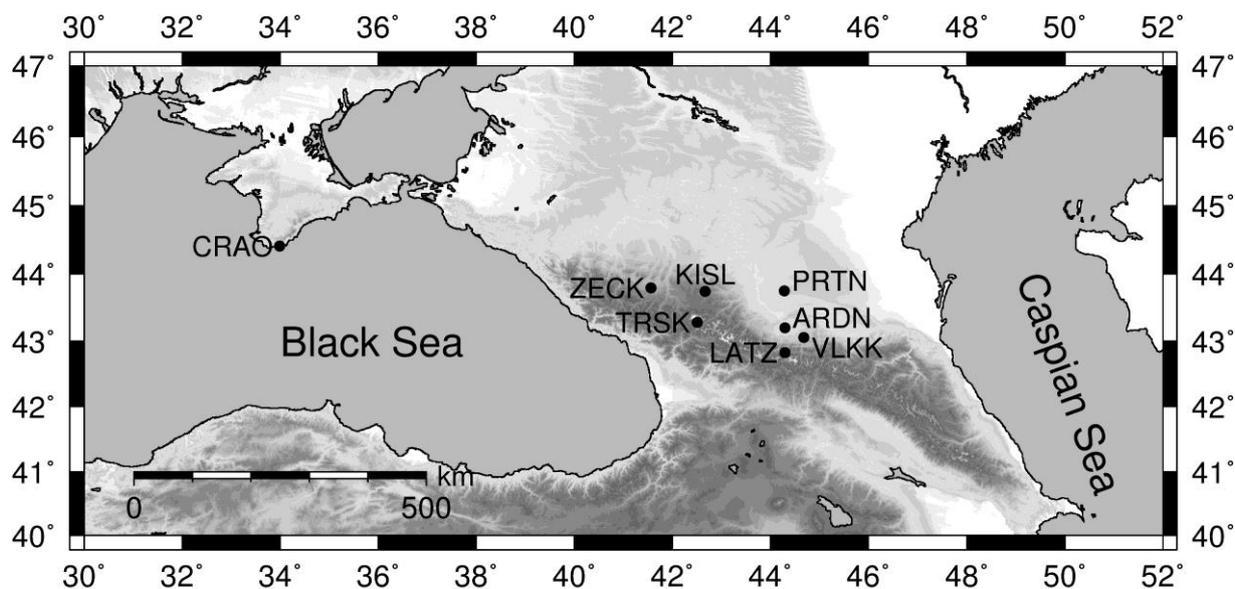


Рис. 1. Сеть станций ГНСС на Северном Кавказе и в Крыму

Это три станции ГАИШ МГУ: Терскол (TRSK), Кисловодск (KISL), Владикавказ-1 (VLKK); четыре станции ГС РАН: Притеречный (PRTN), Лац (LATZ), Владикавказ-2 (VLKZ), Ардон (ARDN); и станция Международной службы IGS Зеленчукская (ZECK). В Крыму действует станция Крымской астрофизической обсерватории (CRAO), также входящая в IGS. Таким образом, данная геодезическая сеть станций позволяет решать региональные задачи по изучению современных движений земной коры на Северном Кавказе и в Крыму.

## Современные скорости горизонтальных движений Северного Кавказа и полуострова Крым

Скорости современных движений Северного Кавказа и Крыма вычислялись по результатам совместного уравнивания наблюдений на 8-ми региональных станциях (рис. 1) и 37-ми опорных станций IGS [Милуков и др., 2015]. Полученные оценки скоростей горизонтальных движений в Международной общеземной системе отсчета (ITRF2008) представлены на рис. 2 и в таблице 1.

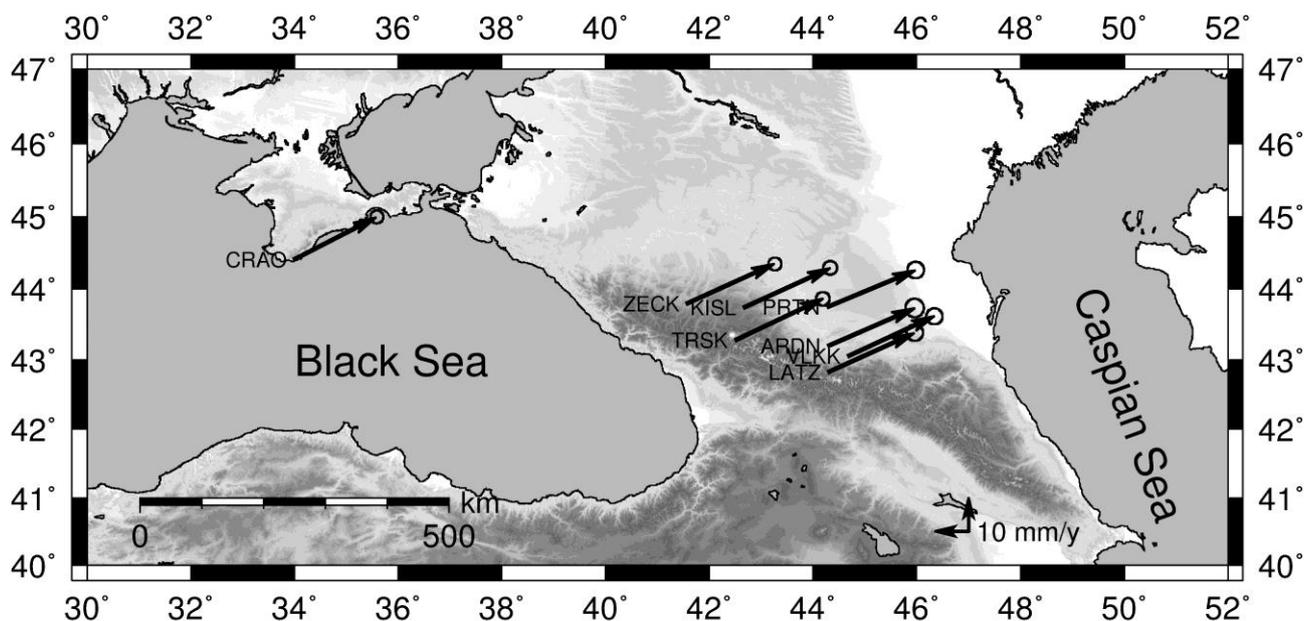


Рис. 2. Современные скорости горизонтальных движений Северного Кавказа и Крыма в системе ITRF2008

Код	$V_e$ (мм/год)	$V_n$ (мм/год)	$V$ мм/год	Азимут (град)
ARDN	25.26±1.11	11.07±1.11	27.58±1.11	66.33
CRAO	24.15±0.78	12.47±0.78	27.18±0.78	62.69
KISL	25.25±0.83	11.60±0.82	27.79±0.83	65.33
LATZ	25.22±0.99	11.51±0.99	27.72±0.99	65.47
PRTN	25.69±1.00	10.76±1.00	27.85±1.00	67.27
TRSK	25.55±0.82	12.21±0.82	28.32±0.82	64.46
VLKK	25.19±0.97	11.78±0.97	27.81±0.97	64.94
ZECK	25.72±0.78	11.76±0.78	28.28±0.78	65.43

Таблица 1. Скорости горизонтальных движений GPS станций в системе ITRF2008

Характерным чертой поля скоростей Северного Кавказа и Крымского полуострова в ITRF2008 является общее интенсивное горизонтальное смещение в северо-восточном направлении, составляющее 27-29 мм/год. Опорные станции во внутренних стабильных частях Евразийской плиты ARTU (Урал) и MOBN (Обнинск, Московская обл.) также движутся в северо-восточном направлении, однако, их скорость меньше, 24-26 мм/год. С такой же скоростью движется европейская станция BUCU (Бухарест). Скорости станций относительно неподвижной Евразии подтверждают небольшое общее сжатие Северного Кавказа и Крыма со скоростью 2-3 мм/год.

Полученное поле скоростей современных горизонтальных движений Северного Кавказа позволяет оценить региональные коровые деформации. По скоростям пунктов СКГС построены тензор скорости деформаций (рис. 3). В распределении деформаций поле можно выделить несколько характерных областей: 1) прослеживается сжатие вдоль Главного Кавказского хребта и в северо-западной части региона (вблизи станции KISL), 2) выделяется заметное растяжение, определяющее геодинамическую обстановку в восточной части региона (станции ARDN, VLKK и LATZ). Главные оси сжатия-растяжения, в основном, согласованы с простираем Главного Кавказского хребта. Незначительный разворот главных осей в центральной части региона указывает на существование некоторой линии сдвиговой деформации. Резкое изменение главных осей сжатия в восточной части региона также подразумевает существование области интенсивного сдвига.

Что касается зоны сочленения Кавказа и Крыма, то имеющиеся данные микросейсмического зондирования [Рогожин и др., 2015] позволили выявить суммарную амплитуду левостороннего сдвига по разлому Керченского пролива. Из сопоставления ветвей разломов субширотного простираем, располагающихся к востоку и западу от субмеридионального разлома Керченского пролива, смещение по нему составляет около 1.5 км за период, прошедший с эпохи формирования этих разломов.

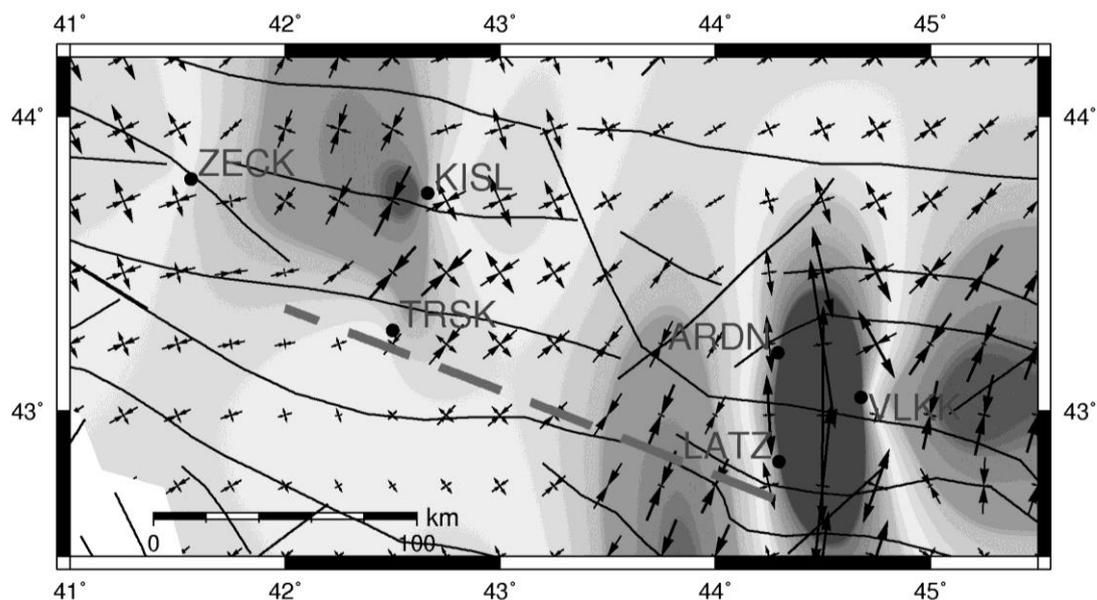


Рис. 3. Первый инвариант и главные оси тензора скорости деформаций, вычисленные по ГНСС наблюдениям на Северном Кавказе (пунктирной линией отмечено положение Главного Кавказского хребта)

### Выводы

Существующая на Северном Кавказе сеть станций и станция в Крыму позволили получить оценки пределов распространения деформаций данной окраины Евразийской плиты, обусловленных дрейфом Аравийской плиты в субмеридиональном направлении. Деформационные составляющие измеренных скоростей на Северном Кавказе, достигают наибольших значений  $\sim 3$  мм/год. Для станций, расположенных на равнинной части к северу от Кавказского хребта, деформационные составляющие скоростей не отличаются от нулевых величин на уровне погрешностей измерений. Поэтому можно полагать, что деформация рассматриваемой окраины Евразийской плиты вследствие воздействия Аравийской реализуется в полосе между их границей и равнинной частью к северу от Кавказа.

На фоне общего сжатия Северного Кавказа выявлена также область деформаций растяжения в восточной части региона в сочетании со сдвиговыми деформациями в центральной и восточной части. В зоне сочленения Кавказа и Крыма выявлен левосторонний сдвиг по разлому Керченского пролива.

Безусловно, одна крымская станция ГНСС не может обеспечить базу для детального геодинамического исследования полуострова. Наличие не менее двух постоянно действующих станций на территории полуострова позволило бы оценить, по крайней мере, его кинематику относительно Кавказа и сделать выводы о динамике дна разделяющего их Керченского пролива. В целом, для более детального изучения геодинамики данного региона требуется развитие более плотной геодезической сети, позволяющей отслеживать не только крупномасштабное распределение горизонтальных и вертикальных движений, но и их локальные вариации.

### Литература

1. Милюков В.К., Миронов А.П., Рогожин Е.А., Стеблов Г.М. Оценки скоростей современных движений Северного Кавказа по GPS наблюдениям // Геотектоника. 2015. № 3. С. 56–65.
2. Рогожин Е.А., Горбатиков А.В., Овсяченко А.Н. Глубинное строение и активная тектоника зоны перехода от Западного Кавказа к Восточному Крыму. // Материалы 47 Тектонического совещания «Тектоника и геодинамика континентальной и океанической литосферы: общие и региональные аспекты. 2015. М.: ГЕОС. Т.2. С. 104-107.