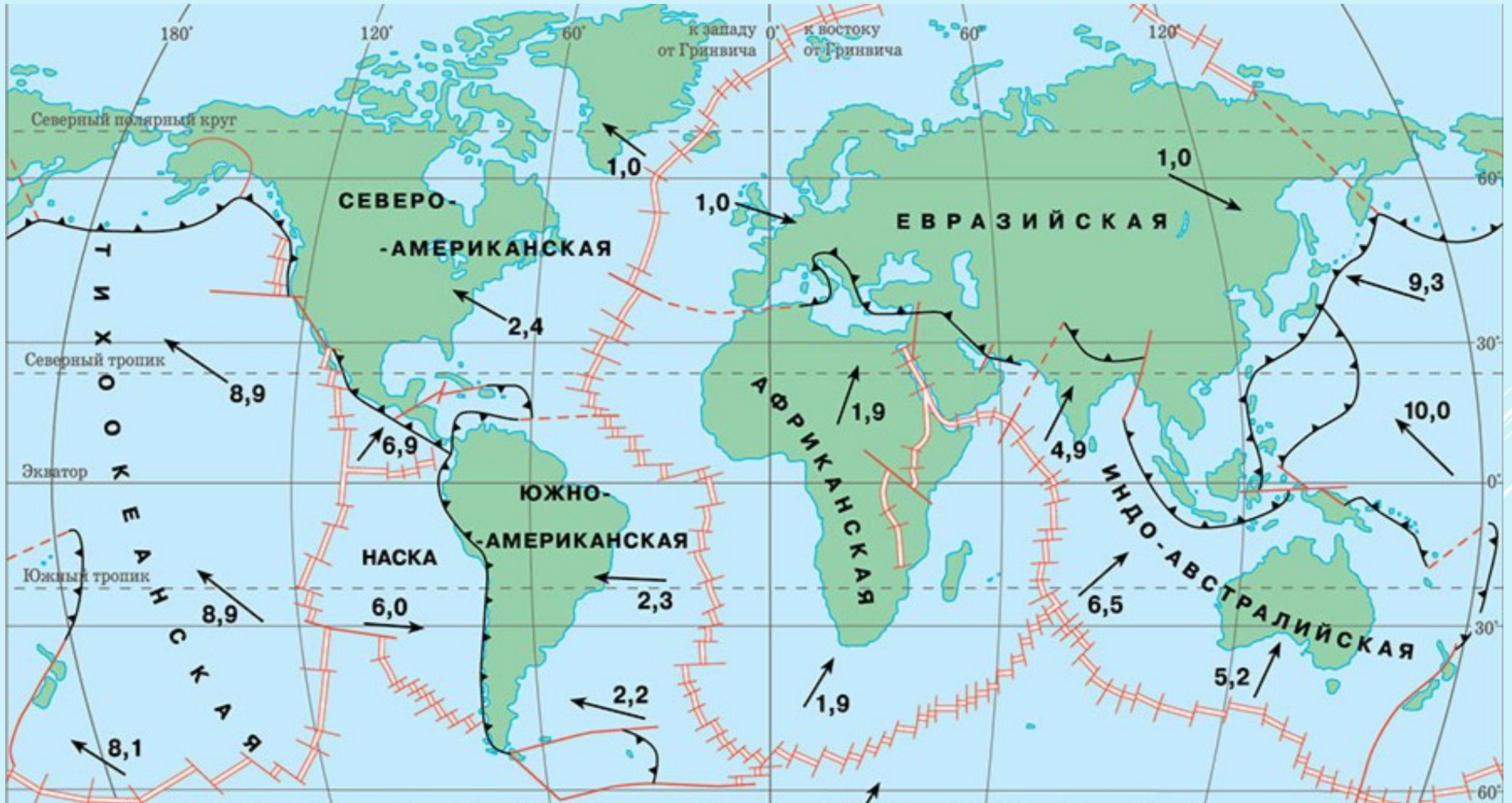


# Динамика аномального магнитного поля в Арктике и её возможные причины

Ю.Г. ТУРБИН

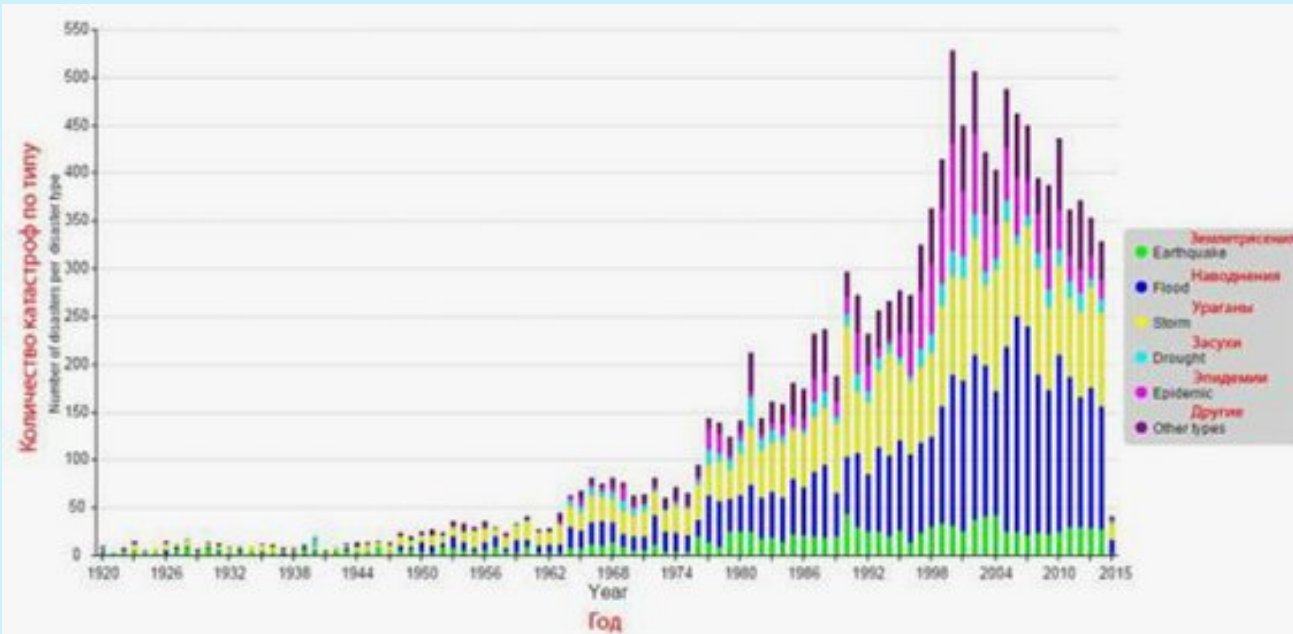


# ВВЕДЕНИЕ

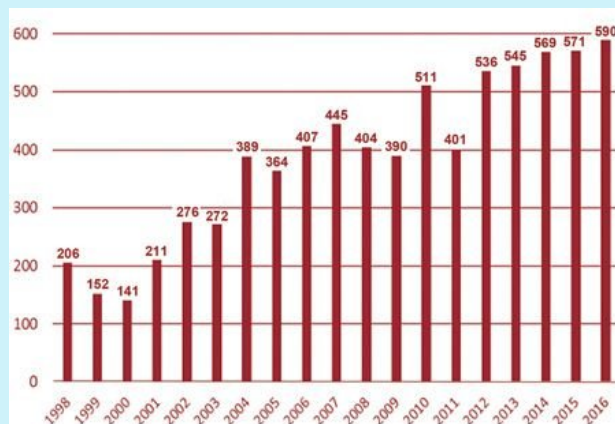
Состояние природной среды в последнее время значительно и резко изменилось. Это изменение чётко проявилось в возросшем количестве экстремальных гидрометеорологических явлений, *которые оказались более интенсивными и разрушительными и потому более опасными, чем в предыдущее время.*

По данным Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) и по данными Росгидромета за последние десятилетия о произошло потепление климата, которое на территории России происходило быстрее, чем в среднем по Земному шару.

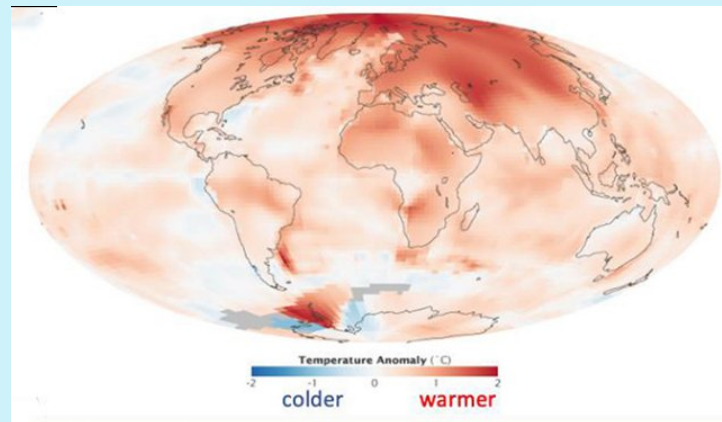
Полярное усиление особенно чётко проявилось с начала 1970 х годов прошлого столетия и продолжается в наше время.



Количество катастроф по типу



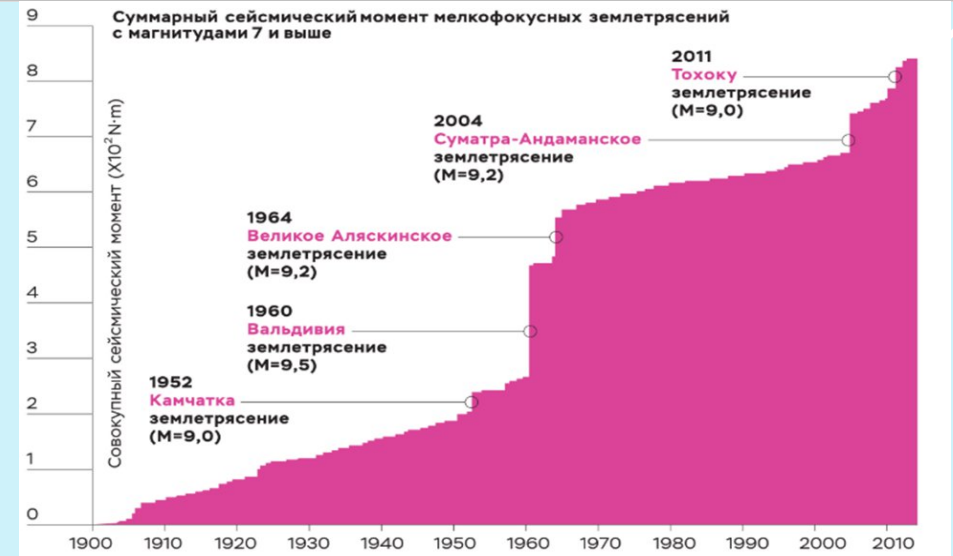
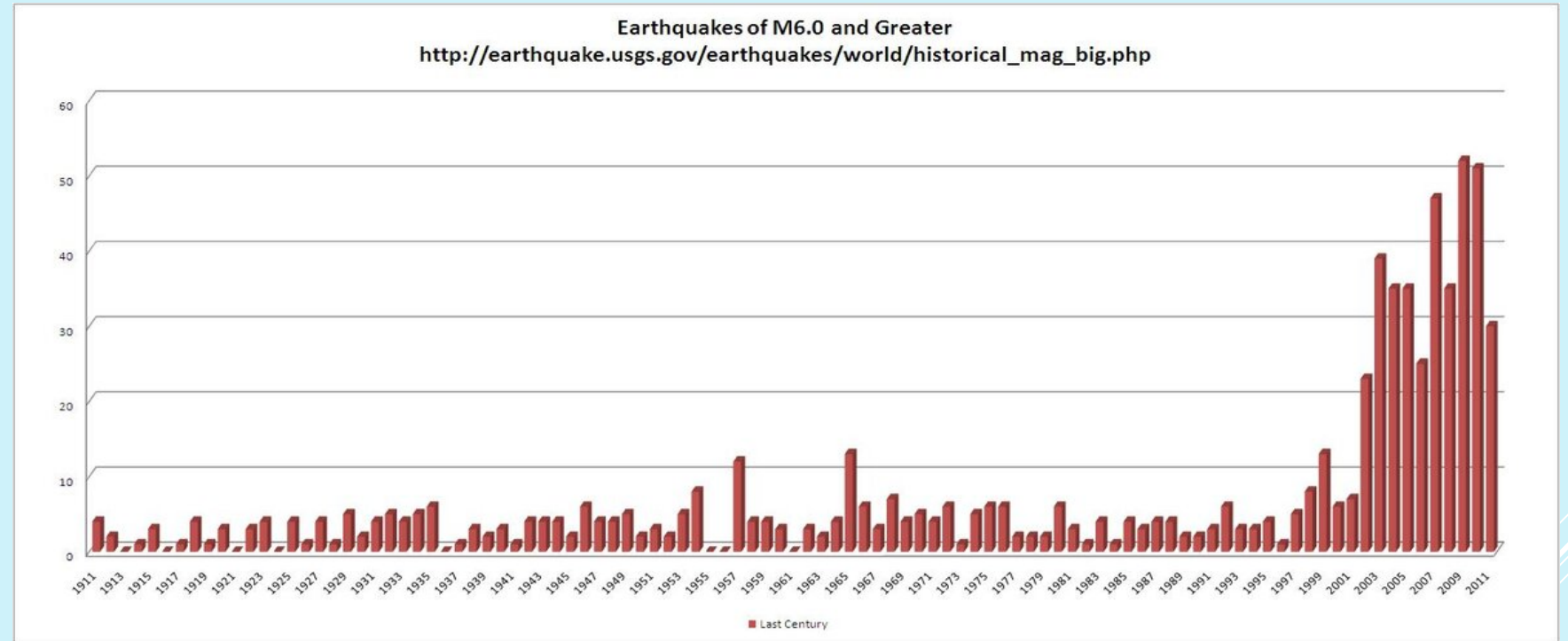
Число опасных метеорологических явлений в России

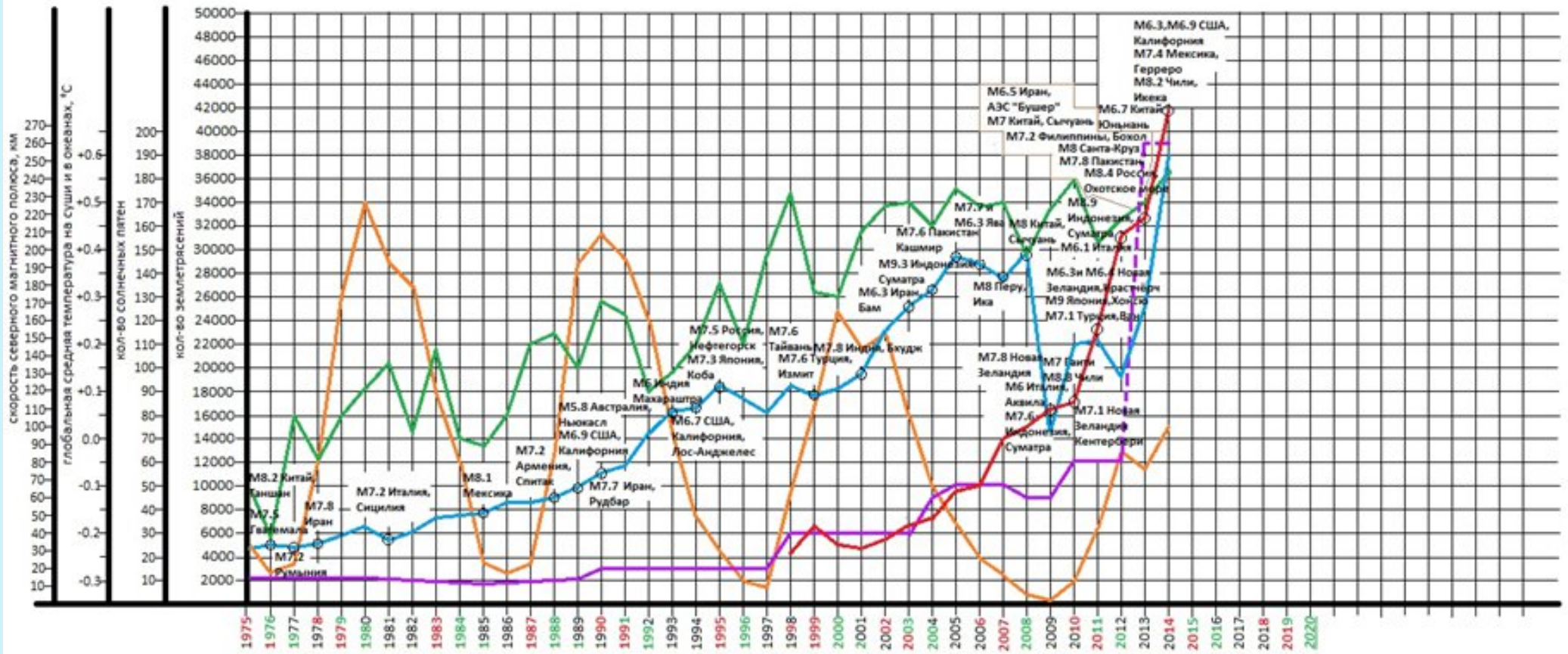


# Землетрясения

В это же время произошли заметные изменения в той части природной среды, к которой относится литосфера.

Они проявились в росте количества землетрясений и их мощности, которая определяется их суммарным сейсмическим моментом.





- - сейсмическая активность по данным USGS M>2 , с 2009 г. США M≥2 , остальной мир M>4, кол-во/год
- - сейсмическая активность по данным EMSC Европа M≥2, остальной мир M≥4 , с 2013 г. США и Южная Америка M≥2.5, кол-во/год
- - изменение глобальной средней температуры на суше и в океанах
- - количество солнечных пятен (солнечный цикл)
- - скорость движения северного магнитного полюса (СМП), км/год
- - - - предположительная скорость СМП , км/год
- - землетрясения повлекшие за собой серьезные последствия (большие разрушения, большая смертность, проблемы в энергетике, обширная чувствительность, аномалии)

1975,1983,1987,1990 и т.д. - с астрологической точки зрения планета Юпитер находится в стихии огня  
 1976,1977,1980,1984 и т.д. - с астрологической точки зрения планета Юпитер находится в стихии земли  
 2020 - планеты Юпитер, Сатурн, Уран, Плутон находятся в стихии земли

United States Geological Survey  
 European-Mediterranean  
 Seismological Centre

## Вулканы и температура

Также увеличилось количество извержений вулканов, отмечается активизация глобальных разломов и увеличение количества парниковых газов, которые в наибольшей степени выделяются со дна СЛО в его восточной части. Особенно заметными и быстрыми оказались изменения положения магнитного полюса.

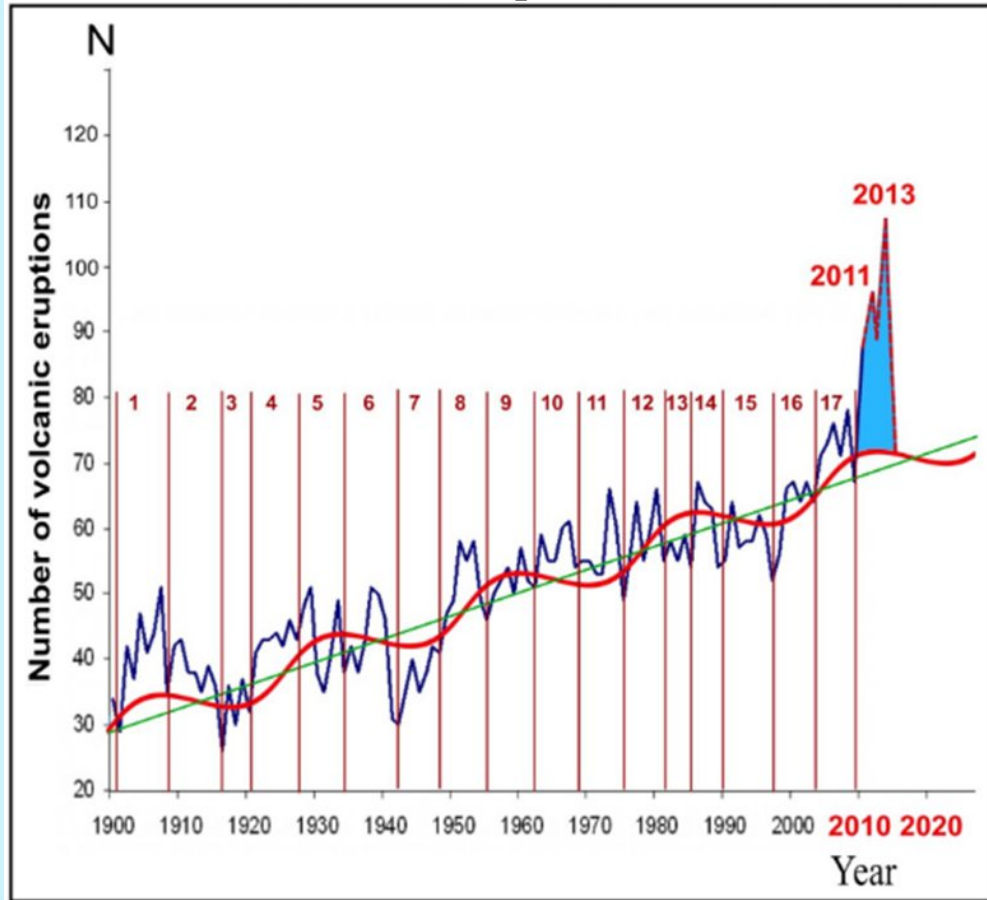
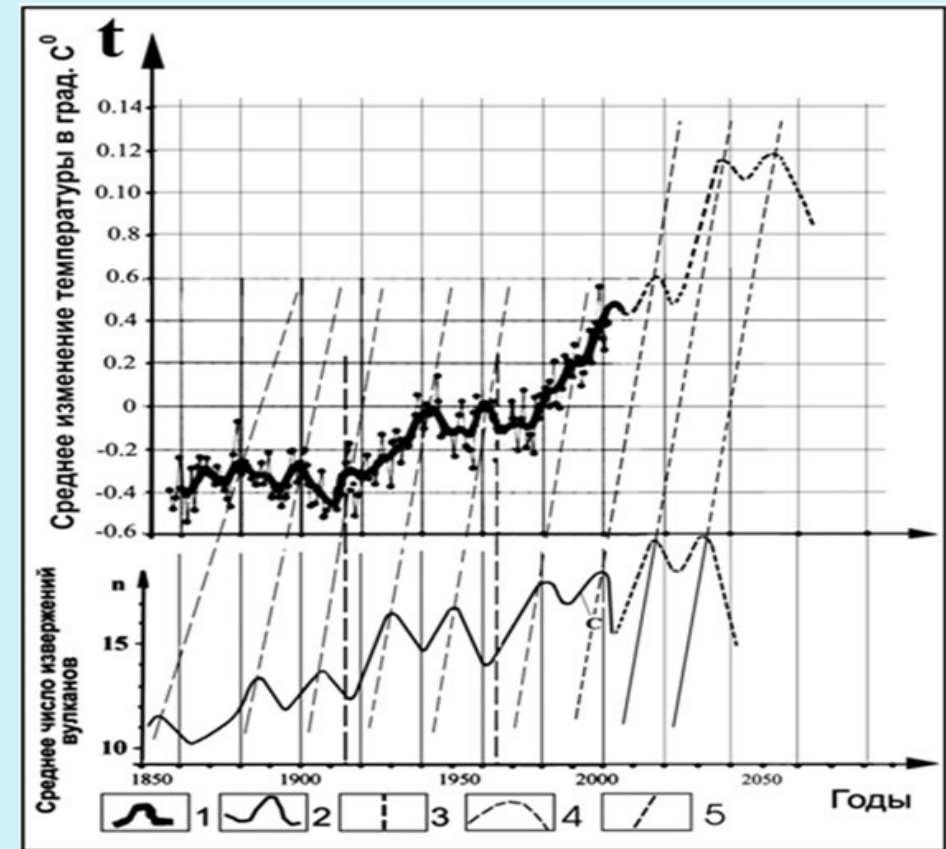


График извержений вулканов мира с 1900 г. по июнь 2010 г

Составил Э.Н. Халилов, 2010 г., по данным Global Volcanism Program



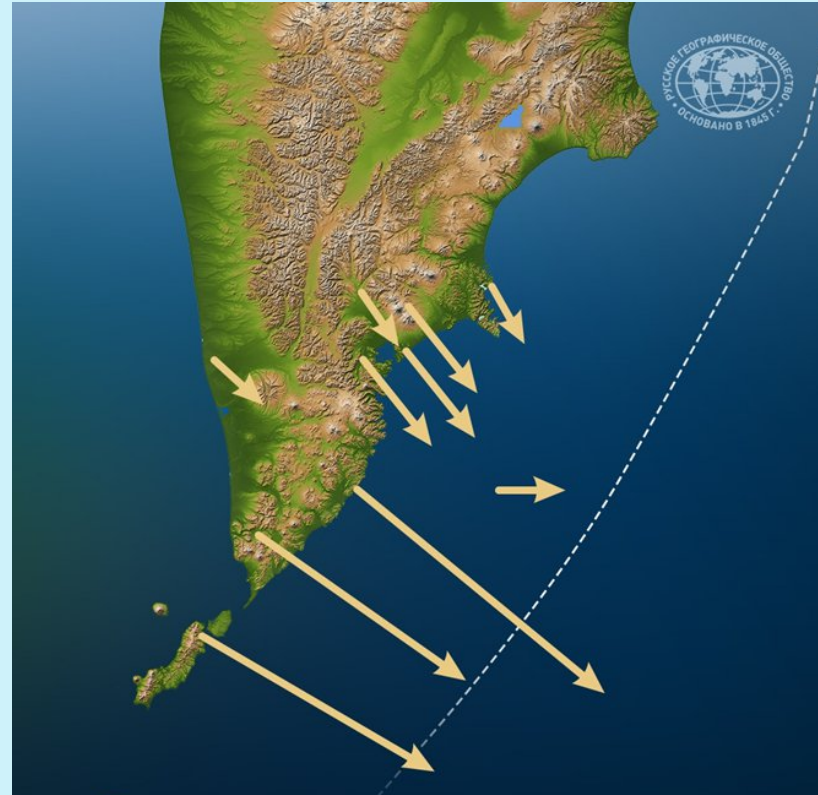
Графики среднего изменения температур на Земле и среднего числа извержений вулканов с 1850 по 2000 годы

( Хаин В.Е., Халилов Э.Н. 2008 г)

## Разломы



Разлом Сан-Андреас в Калифорнии



В результате геодинамической коллизии Юго-восточная часть полуострова Камчатка сместилась в среднем на расстояния до 2 метров в направлении наклонных стрелок. Горизонтальная стрелка – масштабная и соответствует 500 м смещения.

Скорость расширения Байкальской зоны разлома составляет до 2 см/год.

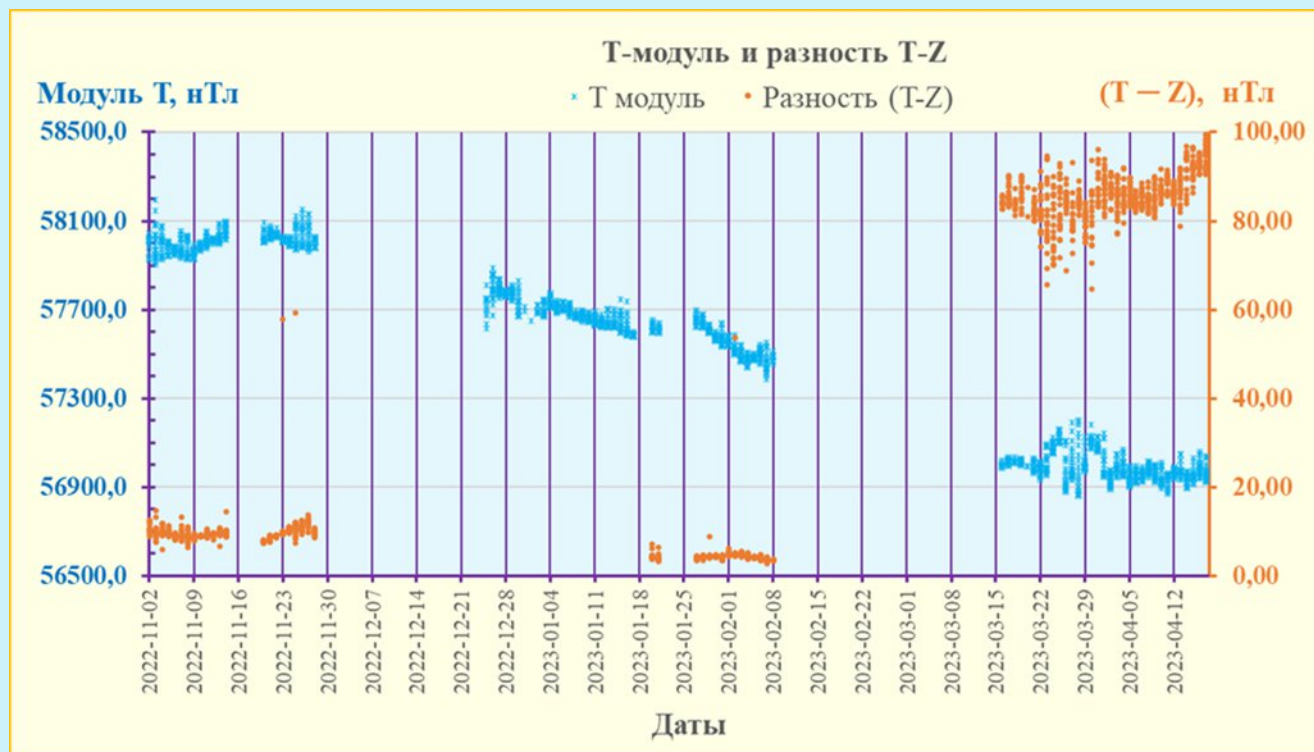
О том, что в глубине Земли происходят активные процессы, свидетельствует также трещина длиной более 55 километров, появившаяся в пустыне в Эфиопии в 2005 году. С тех пор она расширяется со скоростью 1,27 сантиметра в год. Трещины в земле также появились в Кении в 2018 году



Разлом в Восточной Африке. Здесь процесс начался раньше или идет быстрее чем в Калифорнии и земля уже покрыта сетью разломов



# ДИНАМИКА АНОМАЛЬНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

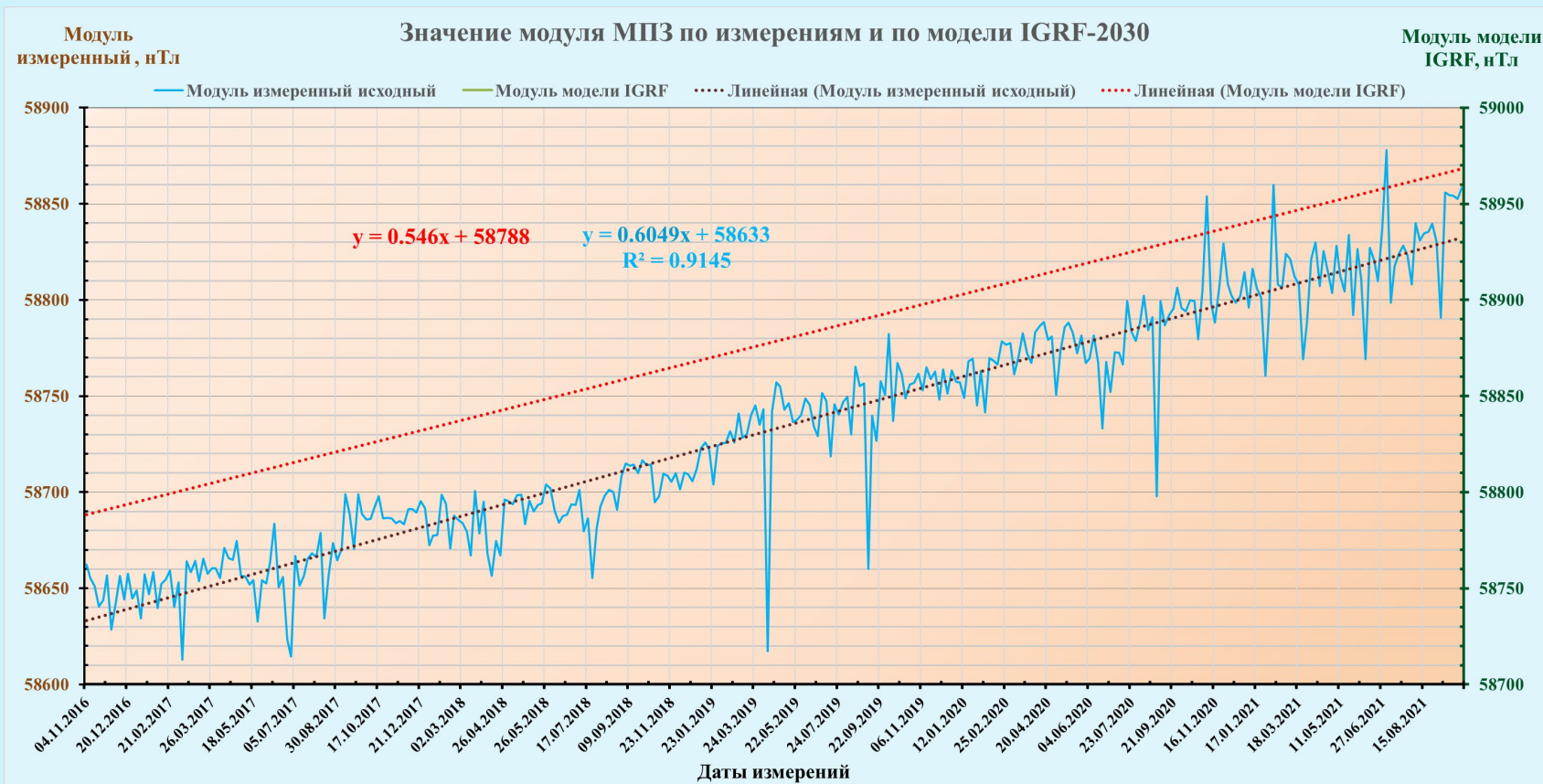


Значения (голубые) модуля МПЗ и разности (коричневые) модуля и вертикальной составляющей по данным ЛСП-41

Особенно заметными и быстрыми оказались изменения положения магнитного полюса. Район нахождения магнитного полюса северного полушария в 2022 – 2023 годах (ноябрь – апрель, соответственно) был чётко отмечен по данным Ледостойкой платформы в рейсе СП-41. В это время он находился в районе хребта Ломоносова, тогда как в 1990 году местом его нахождения были острова Канады.

Кроме того, как я уже сообщал на нескольких Международных конференциях, по данным НИС «Ледовая база Мыс Баранова» и станции «Восток» было установлено, что та составляющая магнитного поля, которая создаётся намагниченными породами (другая составляющая создаётся глубинными источниками), не остаётся постоянной. Так на станции «Ледовая база Мыс Баранова» за пять лет при использовании прогнозных значений модели IGRF-13 это изменение составило 28 нТл. (После перевода модели с статус DGRF-13 это изменение составило 19 нТл).

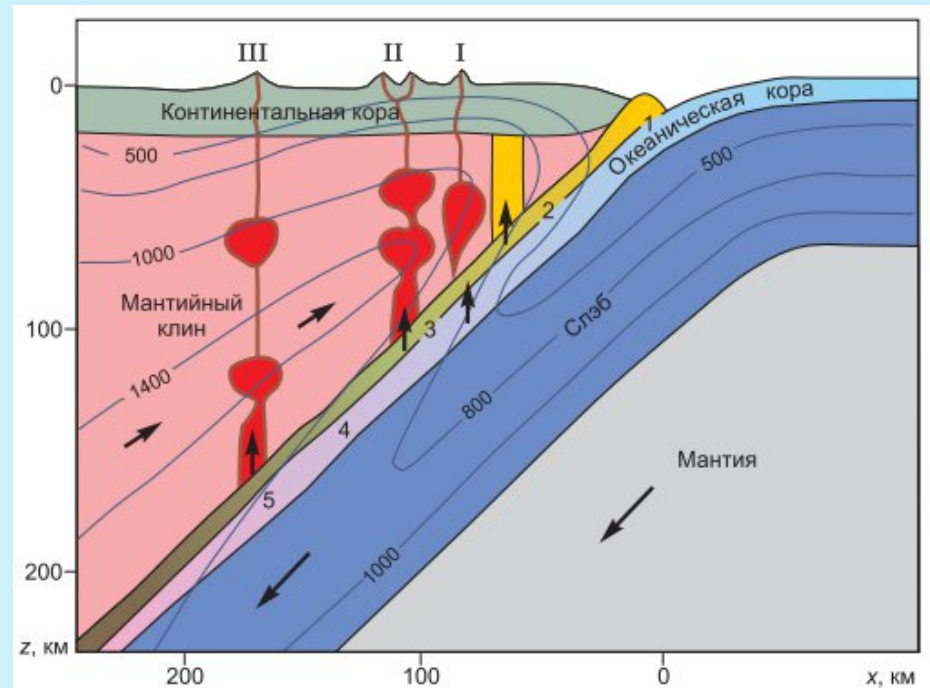
Оценка возможных причин такого изменения показала, что наиболее вероятной из них является изменение температуры намагниченных пород литосферы..



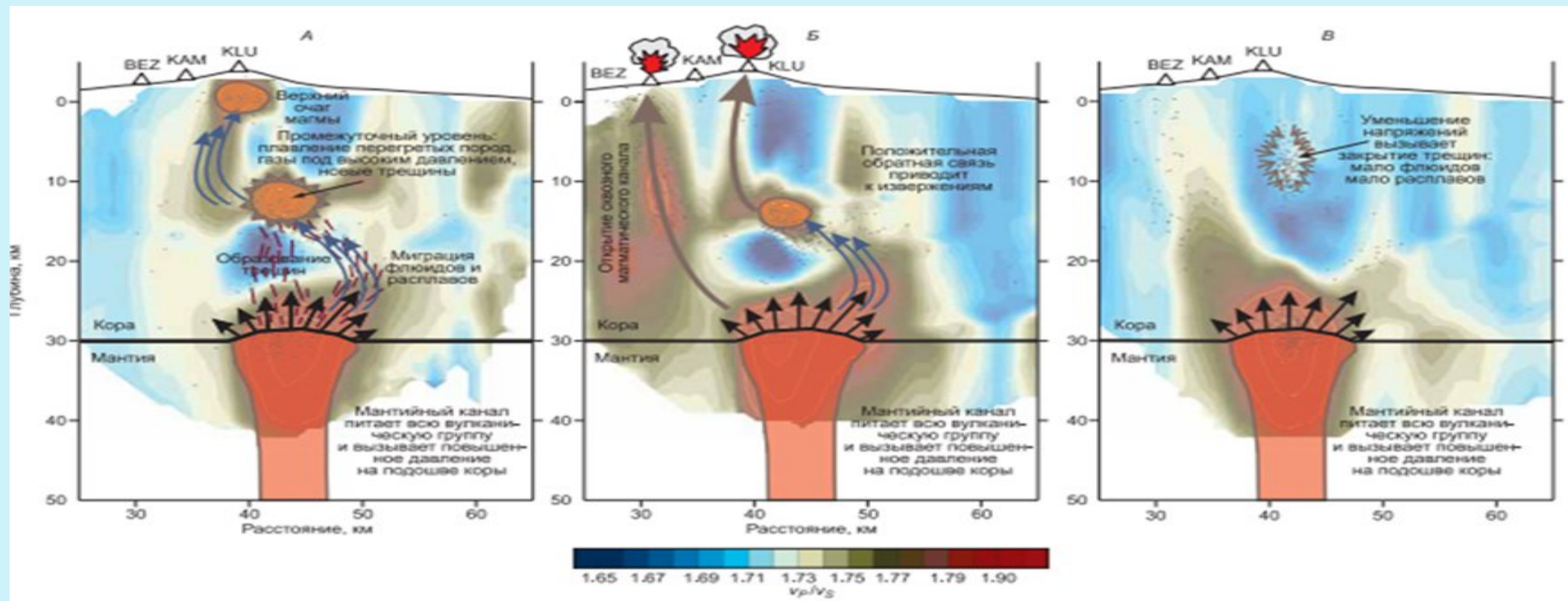
Возможность ОТНОСИТЕЛЬНО БЫСТРЫХ изменений температуры, по крайней мере отдельных участков литосферы, СУЩЕСТВУЕТ и определяется геологией и геодинамикой района расположения магнитной станции.

Для того, чтобы оценить ЭТУ ВОЗМОЖНОСТЬ для ст. Мыс Баранова рассмотрим кратко геологическую обстановку этого района.

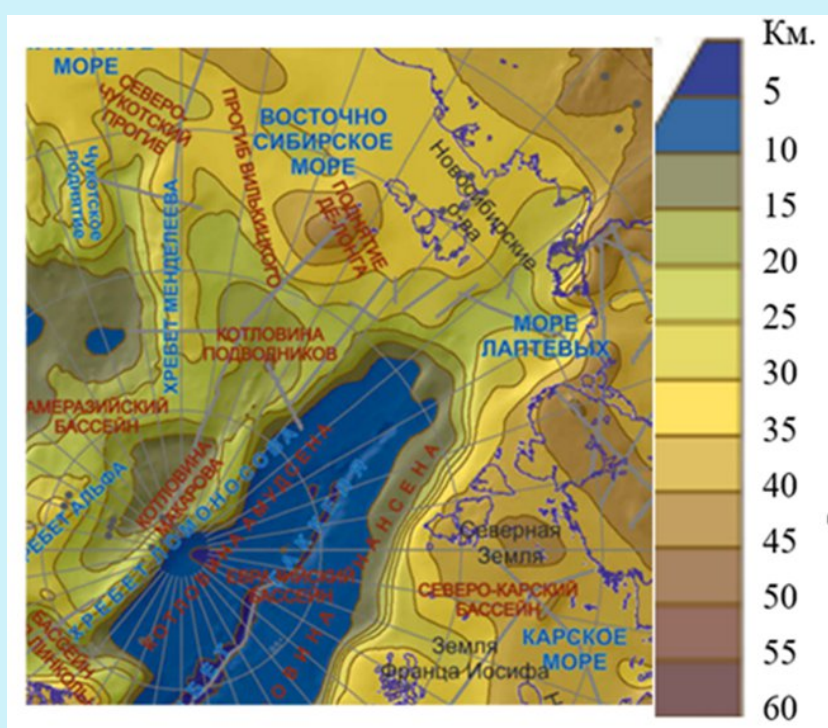
Магнитная станция «Мыс Баранова» находится на острове Большевик в районе, где согласно ныне принятой схеме динамики литосферных плит в других аналогичных районах образуется островная дуга вулканов. Геологическое строение этого района аналогично, например, району Камчатки, где (так же, как и в районе острова Большевик) океаническая плита погружается под материковую платформу.



Исследования, проведённые Н.Л. Добрецовым, И.Ю. Кулаковым и их соавторами на Камчатке показали, что конфигурация разогретых масс и их температуры в районе вулканов значительно изменились в течение 3 лет. Определяются эти изменения по соотношению скоростей продольных и поперечных волн в этом районе.

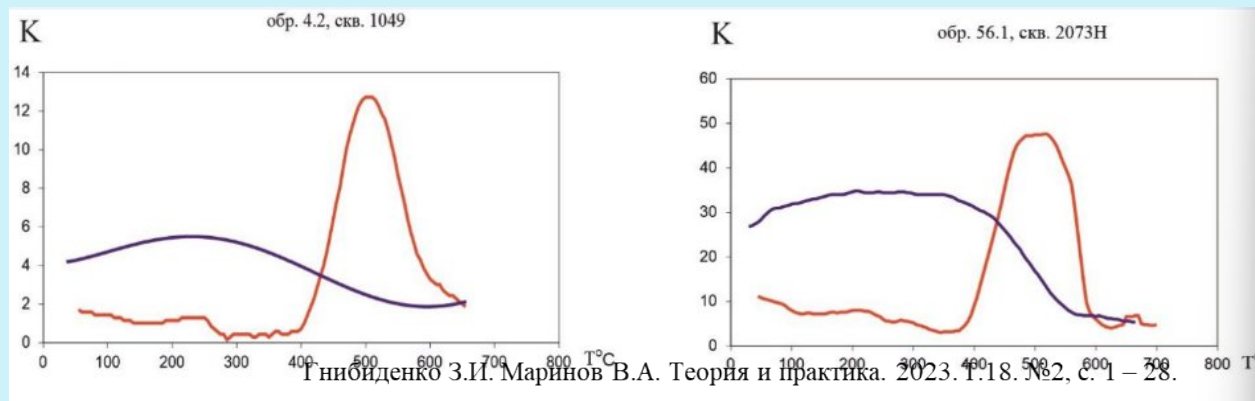


Н.Л. Добрецов и др., Пути миграции магм и флюидов и составы вулканических пород Камчатки//Геология и геофизика, 2012, т. 53, № 12, с. 1633—1661 2003 (А), 2005 (Б) и 2006 (В)



Петров О. В. и др. Тектоническое районирование фундамента Арктики //Тектоническая карта Арктики // ред. О.В. Петров, М. Пубелье СПб. ВСЕГЕИ, 2019. с. 40 – 60.

В соответствии с предложенной схемой литосферная плита морского дна, в нашем случае это дно котловины Нансена, погружается под материк. По мере погружения на слэбе (на наклонной части погружающейся платформы) происходит разогрев пород, а тепло от слэба передаётся к поверхности благодаря теплопроводности и конвекции расплавленных блоков. Такое изменение теплового потока (так же, как и тепло других внутриземных источников) вполне может быть одной из причин изменения намагниченности пород и, соответственно, величины магнитного поля в этом районе. При этом для значительных изменений намагниченности не требуется значительных изменений температуры пород, если эти изменения происходят вблизи точки Кюри. На рисунке показана зависимость магнитной восприимчивости ( $K$ ) от температуры.



Здесь для локальных объектов была показана одна из возможных причин изменения теплового потока идущего из нижних слоёв литосферы.

## РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОБЪЕКТЫ

Кроме приведённых здесь быстрых изменений намагниченности и температуры на ЛОКАЛЬНЫХ объектах, разные участки, уже РЕГИОНАЛЬНЫХ масштабов, могут различаться как по мощности и намагниченности верхнего слоя литосферы, так и по температуре. Прежде всего это относится к крупным региональным магнитным аномалиям, выделенным по наземным измерениям Почтарёвым В.И. [Почтарёв В.И., 1963] и гораздо позже – по спутниковым измерениям [Regan R. D. et al. 1975; Абрамова Д. Ю. и др., 2019]. Их выделение на фоне цифровой модели, построенной с использованием данных спутников, означает, что в рамках нынешней парадигмы эти аномалии вызваны источниками литосферного происхождения. Поэтому изменения температуры на участках региональных размеров будут изменять их намагниченность также, как и на локальных.

В работе [Филиппова А. И. и др., 2023] показано, что глубина залегания нижней кромки намагниченных пород вблизи магнитной станции «Мыс Баранова» находится на минимальной для этого района глубине равной 36 км, в отличие от максимальных значений превышающих 50 км на других участках района исследований. Это свидетельствует о том, что температура распределена неравномерно в этом районе, что согласуется с рассмотренной выше геодинамической моделью района.

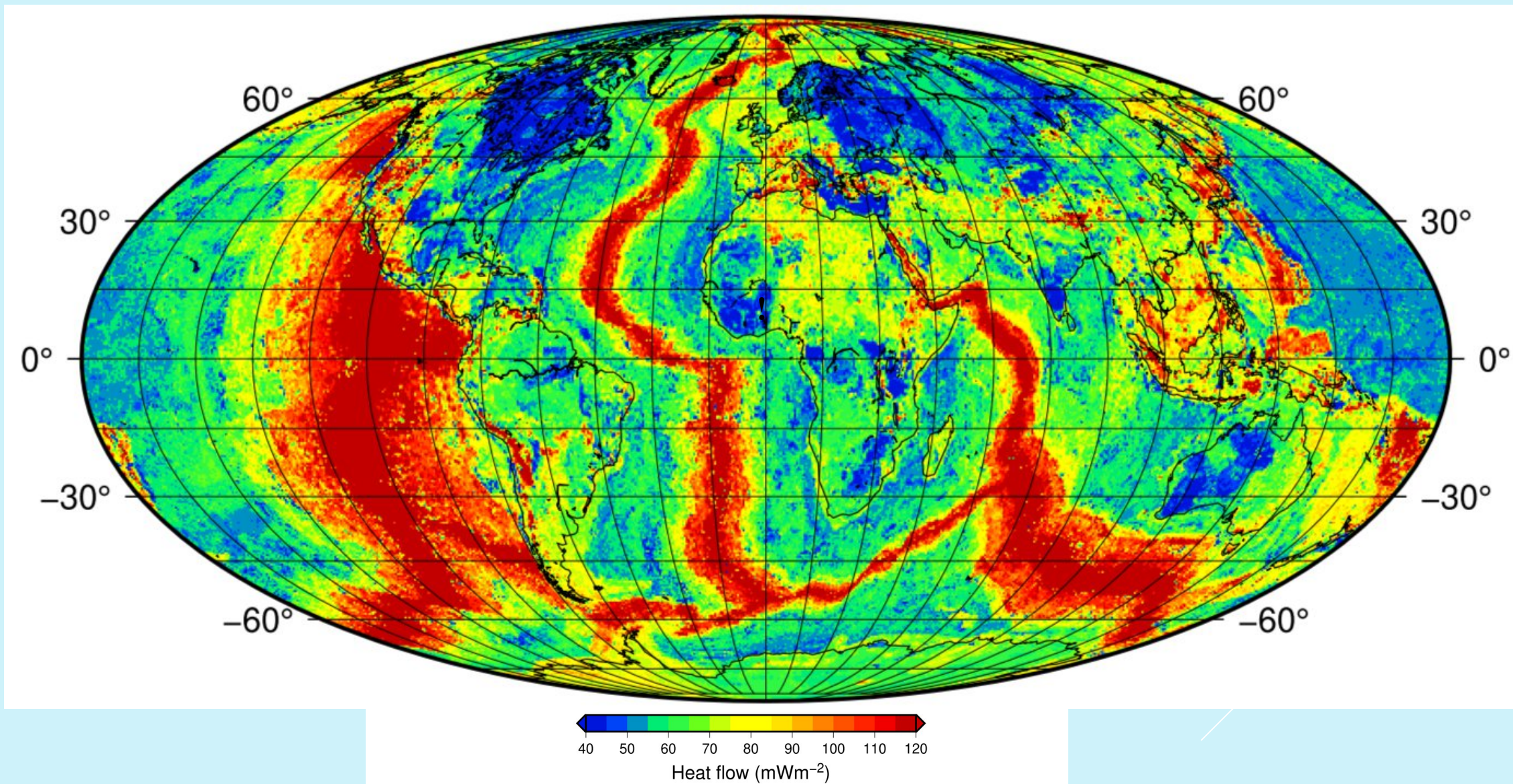
Ещё более значительные расхождения в температуре на различных участках литосферы СЛО отмечены в работах [Лобковский Л.И. и др. 2024]. Показано, что в восточной и западной частях российского шельфа СЛО температура различается более чем на  $100^{\circ}$ . Разность температур литосферы между районом Западной Гренландии и Исландией достигает  $200^{\circ}$ .

О том, что процесс изменения температуры динамичен свидетельствует увеличение интенсивности выделения парниковых газов ( $\text{CH}_4$  метана и  $\text{CO}_2$ ) со дна восточной части СЛО. Это увеличение произошло в последние несколько лет [Семилетов И.П., Шахова Н.Е. 2024], а её возможной причиной является деградация подводных многолетнемерзлых пород как запорного клапана для выбросов метана в водную толщу – атмосферу. И, хотя однозначно причины этой деградации точно и не установлены, одной из них может быть аномально высокий геотермальный поток [Лобковский Л.И. и др. 2013].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из всего вышесказанного следует, что изменение температуры как локальных, так и региональных геодинамических объектов может происходить относительно быстро, изменяя при этом их намагниченность и, следовательно величину генерируемого ими магнитного поля. В полярных районах изменение намагниченности значительных по объёму участков литосферы может приводит к изменению положения магнитных полюсов. Всё это также означает, что изменения величины локального аномального магнитного поля, вызванные изменением намагниченности пород литосферы, могут служить индикатором изменения интенсивности теплового потока из глубин Земли.

# БЛАГОДАРЮ ВАС ЗА ВНИМАНИЕ!





МИРОВАЯ КАРТА МАГНИТНОГО СКЛОНЕНИЯ 1935 ГОДА

