

Строение Восточно-Европейской платформы. Положение. Границы. Фундамент

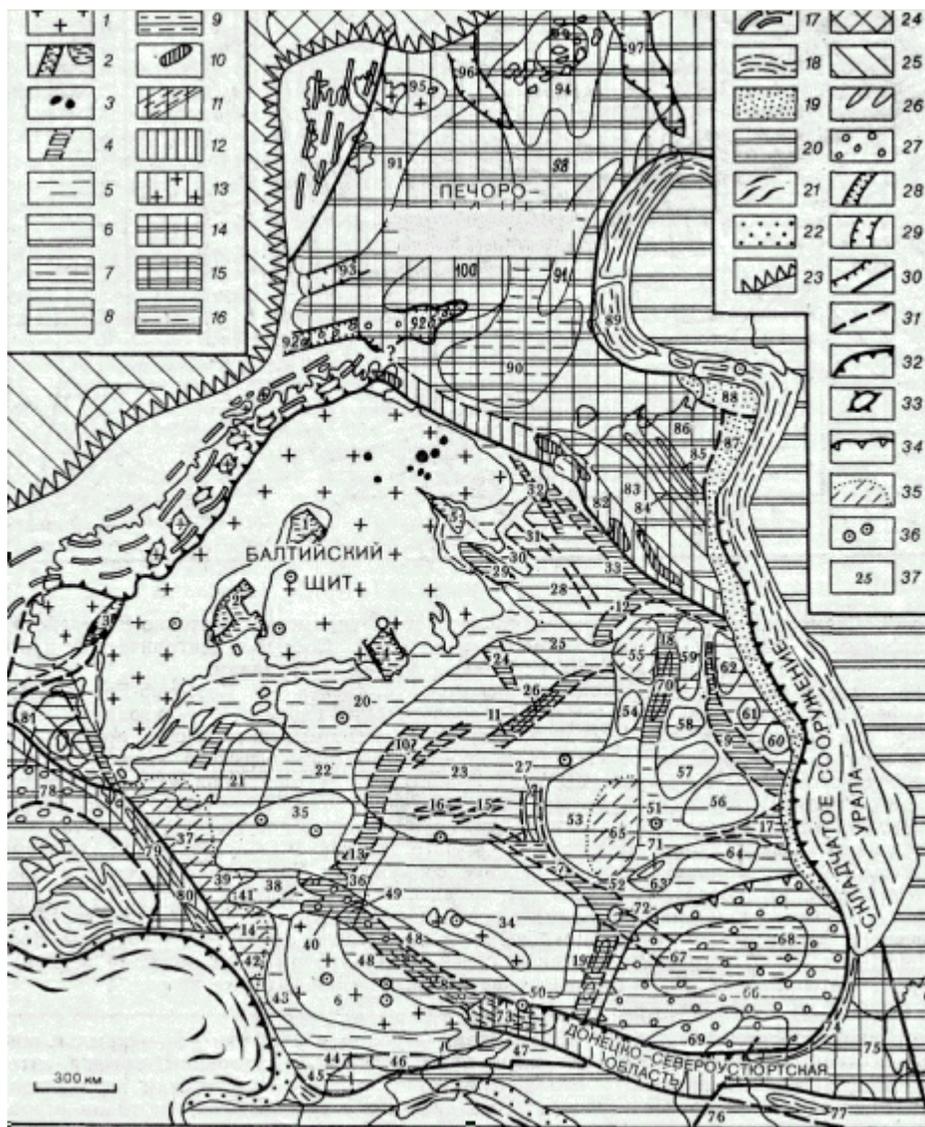


Оз. В. Лувеньга (северное крыло Колевицкой структуры Беломорско-Лапландского пояса). Фото - Колодяжный С.Ю.

Лекция 3 (9 октября 2006 г.)

Несколько слов о том как лучше понимать учебник

Схема тектонического районирования Восточно-Европейской платформы и смежных областей.



1—8 — Восточно-Европейская платформа: 1—3 — щиты: 1 — выходы фундамента на поверхность, 2 — грабены и впадины, выполненные верхнепротерозойскими и палеозойскими образованиями, 3 — верхнепротерозойские и палеозойские интрузивные массивы; 4—9 — Русская плита: 4 — погребенные грабены (авлакогены), выполненные верхнем протерозоем и частично верхним девонем и карбоном, 5 — крылья щитов, 6 — антеклизы и своды в сложных антеклиззах, 7 — седловины, крылья антеклиз и межсводовые прогибы в сложных антеклиззах, 8 — антеклизы и перикратонные впадины, 9 — наиболее глубокие части антеклиз с субокеаническим типом строения коры. 10—16 — метаплатформенные области: 10—12 — авлакогеосинклинальные зоны: 10 — выступы байкальского или салаирского складчатого основания, 11 — то же, каледонского и герцинского, 12 — участки, перекрытые платформенным чехлом; 13—16 — метаплатформенные массивы и метаплатформенные области без расчленения: 13 — выступы добайкальского фундамента, 14 — поднятия в чехле, 15 — впадины в чехле, 16 — наиболее глубокие части впадин с предположительно субокеаническим типом строения коры; 17—22 — подвижные (эпигеосинклинальные складчатые) пояса; 17 — выступы складчатого основания каледонид Северо-Атлантического пояса; 18 — то же, герцид и ранних киммерид Урало-Монгольского и Средиземноморского поясов; 19 — герцинские и раннекиммерийские краевые прогибы; 20 — участки складчатых областей, перекрытые мезокайнозойским и частично более древним чехлом молодых плит и параплаксов; 21 — позднекиммерийские и альпийские складчатые области; 22 —

альпийские краевые прогибы; 23—25 — океанические впадины: 23 — краевые зоны (континентальные ступени), 24 — участки с утоненной корой континентального типа, 25 — глубоководные зоны с корой океанического типа; 26—36 — отдельные структуры: 26 — мезокайнозойские плакантиклинали (валы), 27 — районы развития соляных диапиров, 28 — грабены верхнепротерозойские и палеозойские, 29 — то же, мезозойские и кайнозойские, 30 — крупные крутые разломы на поверхности, 31 — то же, погребенные, 32 — крупные надвиги и тектонические покровы, 33 — тектонические окна, 34 — крупные флексуры в чехле, 35 — некоторые наложенные мезокайнозойские впадины в чехле Русской плиты, 36 — астроблемы, установленные и предполагаемые;

37 — структурные элементы, обозначенные на карте цифрами: 1 — Северо-Ботническая впадина; 2 — Южно-Ботническая впадина; 3 — грабен Осло; 4 — Ладожский грабен (авлакоген); 5 — Кандалакшский грабен (авлакоген); 6 — Украинский щит; 7 — Пачелмский (Рязано-Саратовский) авлакоген; 8 — Днепровско-Донецкий авлакоген; 9 — Камско-Бельский авлакоген; 10—14 — Среднерусская система авлакогенов (10 — Крестцовский, или Валдайский, 11 — Солигаличский, 12 — Яренский, 13 — Оршанский, 14 — Волынский); 15 — Московский авлакоген; 16 — Гжатский авлакоген; 17 — Абдулинский авлакоген; 18 — Кировский авлакоген; 19 — Доно-Медведицкий авлакоген; 20 — южный склон Балтийского щита; 21 — Прибалтийская синеклиза; 22 — Латвийская седловина; 23 — Московская синеклиза; 24 — Воже-Лачский авлакоген; 25 — Великоустюгская седловина; 26 — Сухонский вал; 27 — Окско-Цнинский вал; 28 — Мезенская синеклиза; 29 — Онежский грабен (авлакоген); 30 — Керецко-Пинежский авлакоген; 31—Лешуконский авлакоген; 32 — Нижнемезенский авлакоген; 33 — Притиманская впадина; 34 — Воронежская антеклиза; 35 — Белорусская антеклиза; 36 — Бобруйская седловина; 37 — Польско-Литовская впадина; 38 — Полесская седловина; 39 — Брестская впадина; 40 — Припятская впадина (сложный грабен); 41 — Ратновский горст; 42 — Львовская впадина; 43 — юго-западный склон Украинского щита; 44 — Причерноморская впадина; 45 — Преддобруджинская (Молдавская) впадина; 46 — Каркинитская впадина; 47 — Ростовский погребенный выступ Украинского щита; 48 — Украинская синеклиза; 49 — Брагино-Лоевское поперечное поднятие (седловина); 50 — Миллеровский прогиб; 51 — Казанско-Сергиевский прогиб; 52 — Кузнецкая седловина; 53 — Токмовский свод; 54 — Котельничский свод; 55 — Сысольский свод; 56—58 — Татарский свод (56 — Альметьевская вершина, 57 — Кукморская вершина, 58 — Немская вершина); 59 — Коми-Пермяцкий свод; 60 — Красноуфимский свод; 61 — Пермский свод; 62 — Верхнекамский свод; 63 — Пугачевско-Жигулевский свод; 64 — Оренбургский свод; 65 — Ульяновско-Саратовская синеклиза; 66 — Прикаспийская синеклиза; 67—68 — ее осевая, наиболее погруженная часть (67 — Хобдинский гравитационный максимум, 68 — то же, Аралсорский); 69 — Астраханское поднятие; 70 — Вятский вал; 71 — Жигулевский вал; 72 — Саратовские поднятия; 73 — Донецкая (Донецко-Промысловская) авлакогеосинклинальная складчатая зона; 74 — Южно-Эмбинская авлакогеосинклинальная складчатая зона; 75 — Северо-Устюртский метаплатформенный массив; 76 — Аграханско-Гурьевский разлом; 77 — Мангышлакская авлакогеосинклинальная складчатая зона; 78—80 — Среднеевропейская метаплатформенная область, 79—80 — Датско-Польская авлакогеосинклинальная зона (79 — Среднепольский плакантиклинорий, 80 — Свентокшиская складчатая зона); 81 — поднятие Рингкёбинг-Фюн; 82 — Тимано-Ваоангерская авлакогеосинклинальная складчатая зона; 83—86 — Печорская синеклиза: 83 — Ижма-Печорская ступень, 84—85 — Кожвинско-Колвинский авлакоген (84 — Печоро-Кожвинский вал, 85 — Колвинский вал), 86 — Хорейверская и Варандей-Адгввинская зоны; 87 — зона гряды Чернышева и Косью-Роговская (Воркутинская) краевая впадина; 88 — зона гряды Чернова и Кортаихинская впадина (Предпайхойская) краевая впадина; 89 — Пайхойско-Новоземельская авлакогеосинклинальная складчатая зона; 90 —

Южно-Баренцевская впадина; 91 — Северо-Баренцевское поднятие; 92 — впадины Хаммерфест(а)—Нордкап (б); 93 — впадина Медвежья; 94 — поднятие Франца-Иосифа; 95 — Восточно -Шпицбергенский выступ докембрийского фундамента; 96 — желоб Франц-Виктория; 97 — желоб Св. Анны; 98 — Северо-Баренцевская впадина; 99 — вал Адмиралтейства; 100 — Центральнoбаренцевское поднятие

Предварительные замечания

Докембрийский период (4600 - 542 млн.лет) составляет примерно 88% истории Земли и подразделяется на архейский и протерозойский зоны. Согласно рекомендациям Международного комитета по стратиграфии (2004 г.):

АРХЕЙ

эоархей (до 3600 млн.лет)
палеоархей (3600 - 3200 млн.лет)
мезоархей (3200 - 2800 млн.лет)
неоархей (2800 - 2500 млн.лет)

ПРОТЕРОЗОЙ

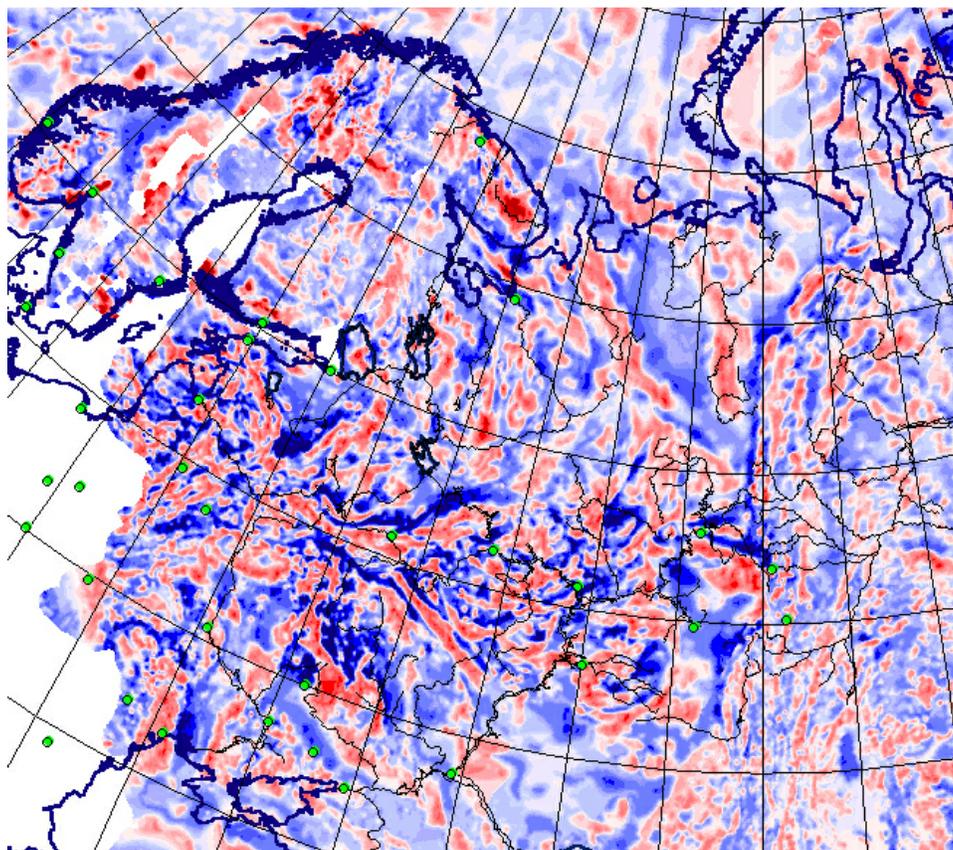
палеопротерозой (2500 - 1600 млн.лет)
мезопротерозой (1600 - 1000 млн.лет)
неопротерозой (1000 - 542 млн.лет)

Стратиграфическая шкала для докембрия: соотношение международной и отечественной

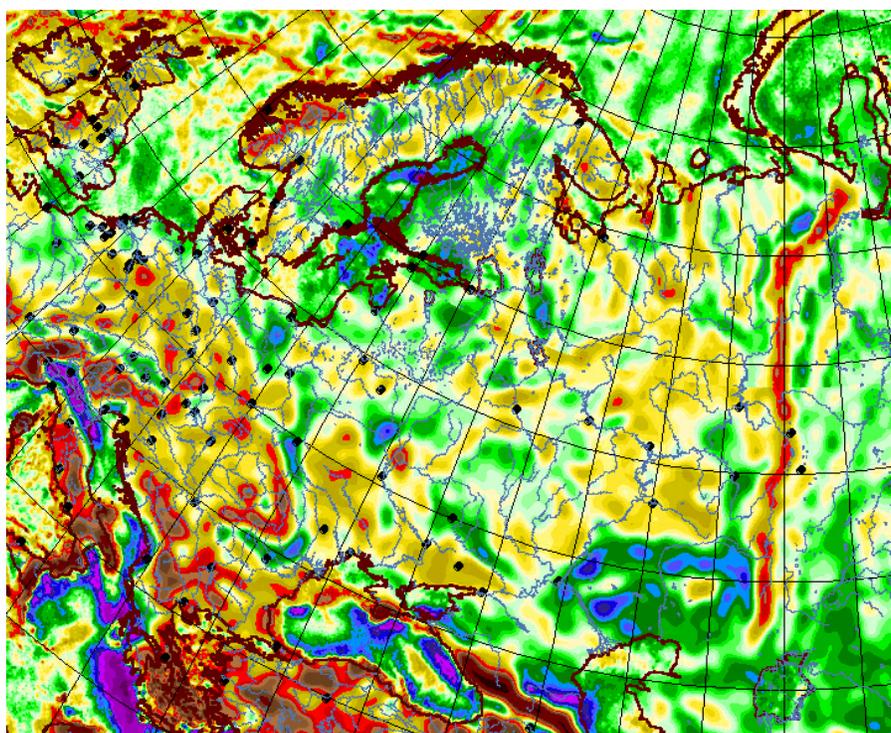
Российская		- шкала -	Международная	
540	V	PR	Неопротерозой (Neoproterozoic)	542
650	R ₃			Мезопротерозой (Mesoproterozoic)
1000			PR ₂	
1350	R ₂		1600	
1650	R ₁			
1900	PR ₁ ²		Палеопротерозой (Paleoproterozoic)	
2500	PR ₁ ¹			
3150	AR ₂	AR	Неоархей (Neoproterozoic)	2800
	3800		AR ₁	Мезоархей (Mesoarchean)
Палеоархей (Paleoarchean)				3600
Эоархей (Eoarchean)				

Общие закономерности строения фундамента

Магнитное поле Восточно-Европейской платформы



Гравитационное поле (аномалии Фая) Восточно-Европейской платформы



Балтийский (Фенноскандинавский) щит

Три главных области: Кольско-Карельская

AR образования и слабометаморфизованные осадочные и вулканогенные образования
PR1

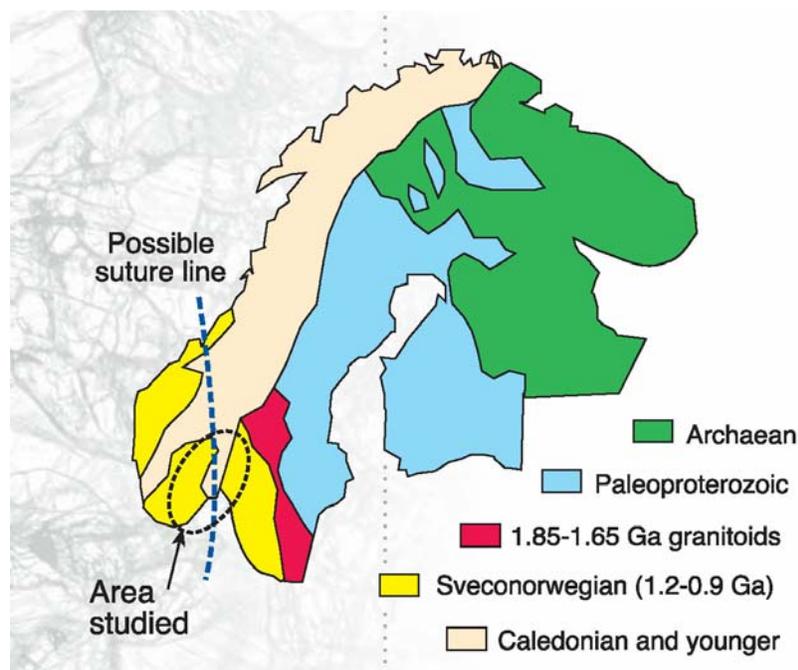
Свекофенская

PR1 осадочные и вулканогенные образования и крупные массивы гранитоидов;
складчатость - 1.8-1.9 млрд.лет

Свеконорвежская

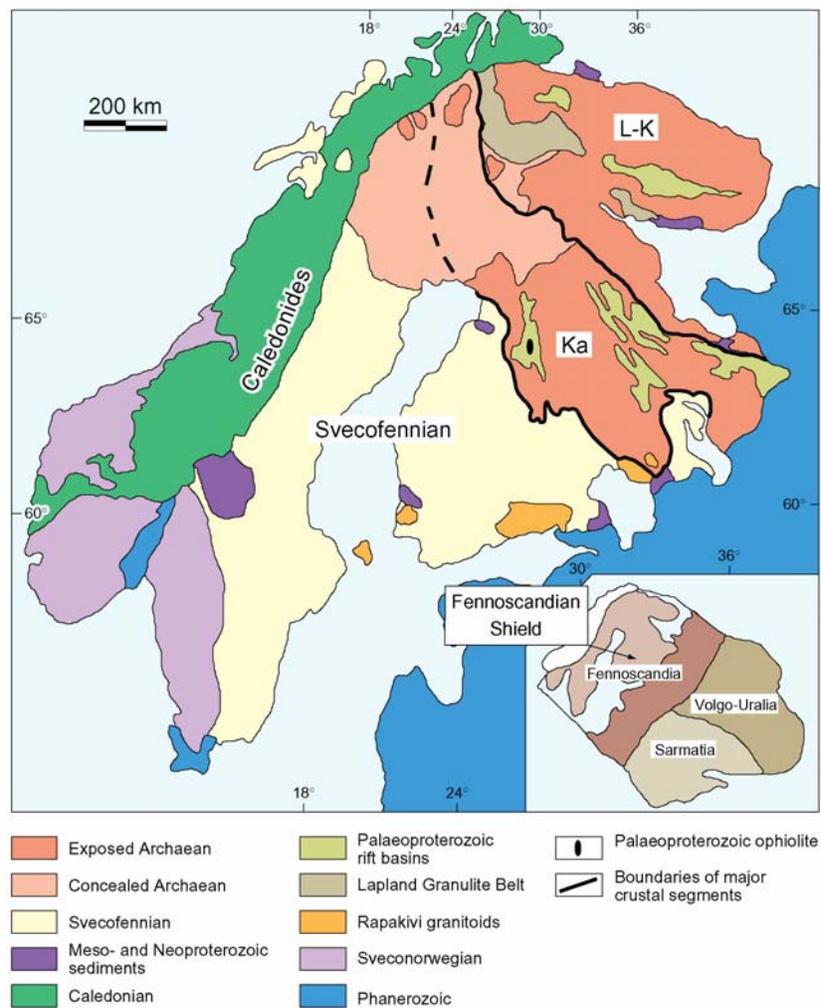
AR и PR1 образования, слабометаморфизованные осадочно- вулканогенные и
интрузивные образования R

Принципиальная геологическая схема Балтийского щита



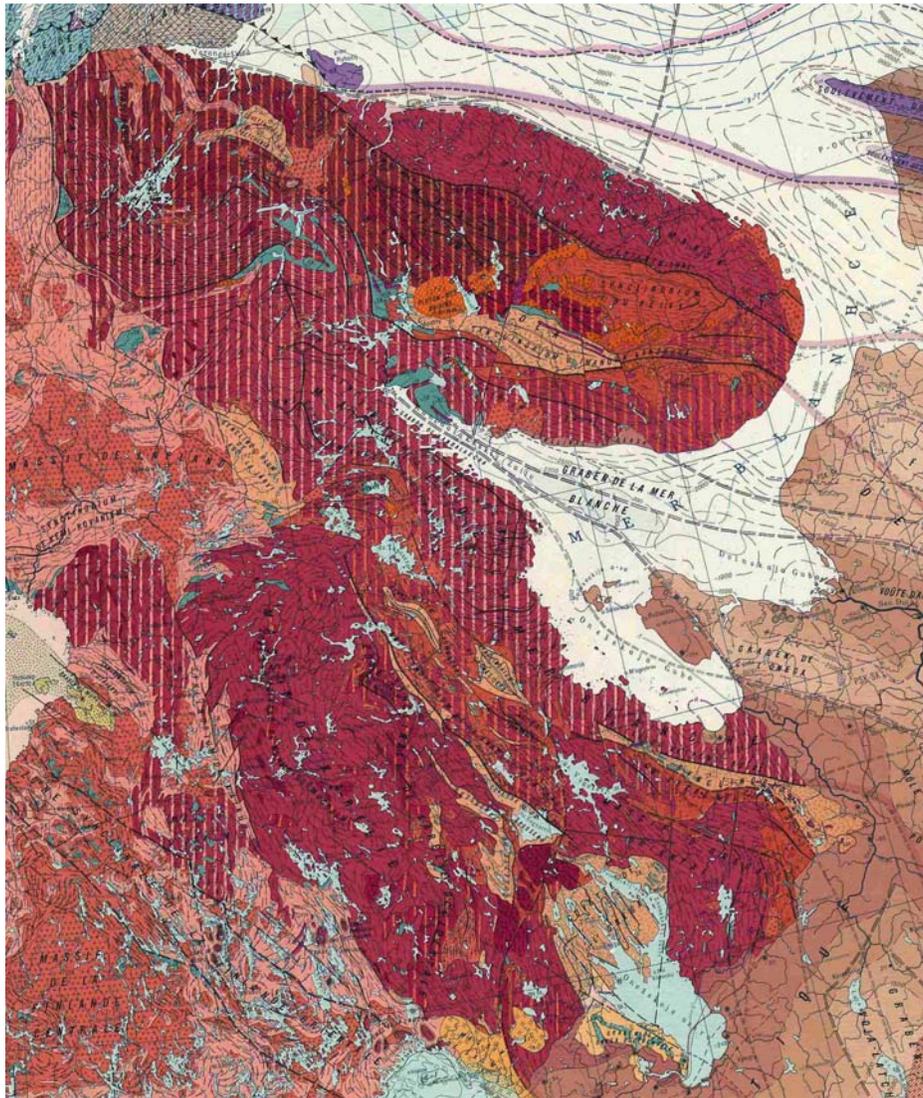
<http://www.es.mq.edu.au/GEMOC/annrep2001/Reshighlights01.htm>

Принципиальная тектоническая схема Балтийского щита



<http://www.geofys.uu.se/eprobe/Projects/svekal/Svekalap.htm>

Фрагмент тектонической карты Европы



Мурманский блок (неоархейский кратон)

(по Слабунову А.И., 2005)

- сложен разнообразными **неоархейскими** гранитогнейсами и гранитоидами, реже габброидами
- AR1 - гранулиты, гнейсы, кварциты, метаконгломераты
- перекрыты
- **палео-и неопротерозойскими** осадочно-вулканогенными и осадочными комплексами - слабо метаморфизованные комплексы

Центральнокольская зона

- AR1 - гранулиты, гранат-биотитовые и двуслюдяные гнейсы, кварциты, метаконгломераты, амфиболиты (метаморфизм 2.8-2.9 и 2.6-2.8 млрд.лет)
- **Мончегорский расслоенный плутон - базит-гипербазит**
- AR3-осадочные и вулканогенные серии изменены в амфиболиты (кайвская серия)

- (Кольская серия)
 - PR1 - имандра-варзугская и печенгская осадочно-вулканогенные серии (до 7 ритмов: терригенные породы - базальты, пикриты, андезитобазальты)
 - **свекофенская складчатость** - 1.8-1.9 млрд.лет
 - PR1 - кварцитовидные косоугольные песчаники
-

Кольская скважина пробурена в Печенгском прогибе

Мировым рекордсменом глубины с 6 июня 1979 г. является и, по всей видимости, на долгие времена останется Кольская сверхглубокая скважина, заложенная на севере Балтийского щита. Достигнутая ныне глубина скважины 12 260 м. В обобщенном виде разрез скважины имеет трехчленное строение: верхняя часть (до глубины 6842 м) - вулканогенно-осадочные породы протерозойского возраста, средняя часть (интервал 6842-11 708 м) - архейские гнейсы, нижняя часть (интервал 11 708-12 261 м) - гранитизированные породы катархейского возраста. Большая часть разреза соответствует сейсмической зоне пониженных скоростей - "волноводу" с кровлей на глубине 4,5 км и подошвой на глубине около 14,5 км. (Козловский Е.А. Утерянные победы. Без глубокого анализа и обстоятельного прогноза не выбраться из минерально-сырьевого "провала". Природно-ресурсные ведомости. 2003. <http://gazeta.priroda.ru/index.php?act=view&g=14&r=2082>)



Глубина забоя - 12 262 м

Разрез Кольской скважины

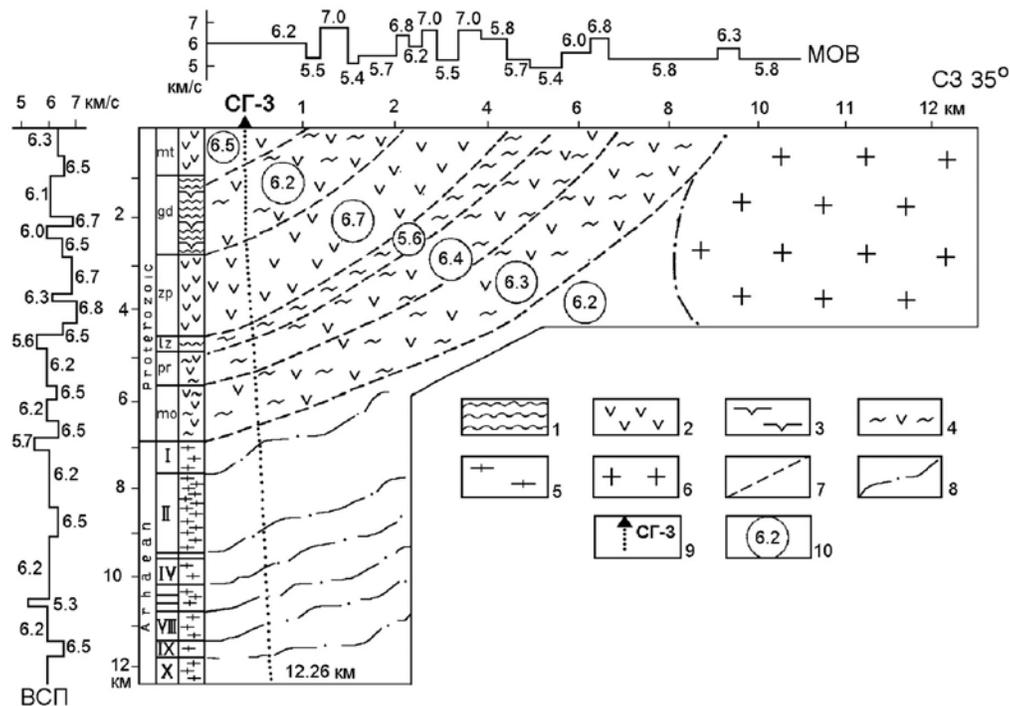


Рис. 3. Сейсмогеологическая модель участка бурения СГ-3; индексы свит и толщ соответствуют работе (Кольская сверхглубокая..., 1998):

1 – метаморфизованные осадочные породы; 2 – эффузивы; 3 – интрузивы; 4 – аподиабазовые сланцы; 5 – породы гнейсового комплекса; 6 – граниты; 7 – границы слоев скоростной модели; 8 – контакты толщ архейского комплекса по геологическим данным; 9 – схема расположения СГ-3; 10 – значения скорости V_p в слоях модели, км/с

Трипольский, Шаров, 2004

Важнейшие результаты бурения

- Отсутствие границы Конрада (граница между гранитным и базальтовым слоями) на глубине 7 км
- Вертикальная мощность печенгского комплекса составила 6800, а не 4700 м
- Трещиноватость и пористость пород не уменьшается с глубиной. Часть пор заполнена высокоминерализованным флюидом

Беломорская зона

(по Слабунову А.И., 2005)

- **расположена** между Карельским кратоном и Кольской провинцией
- **границы** - палеопротерозойские надвиги
- **характеризуется** полициклическим развитием, неоднократными интенсивными деформациями, высокобарическим метаморфизмом, гранитоидным и базитовым магматизмом
- **слагается** беломорской серией - гранитогнейсы амфиболиты, амфиболовые, биотитовые, двуслюдяные гнейсы AR1; прорваны габбро и граниты AR PR1
- **существенная роль** - зеленокаменные пояса

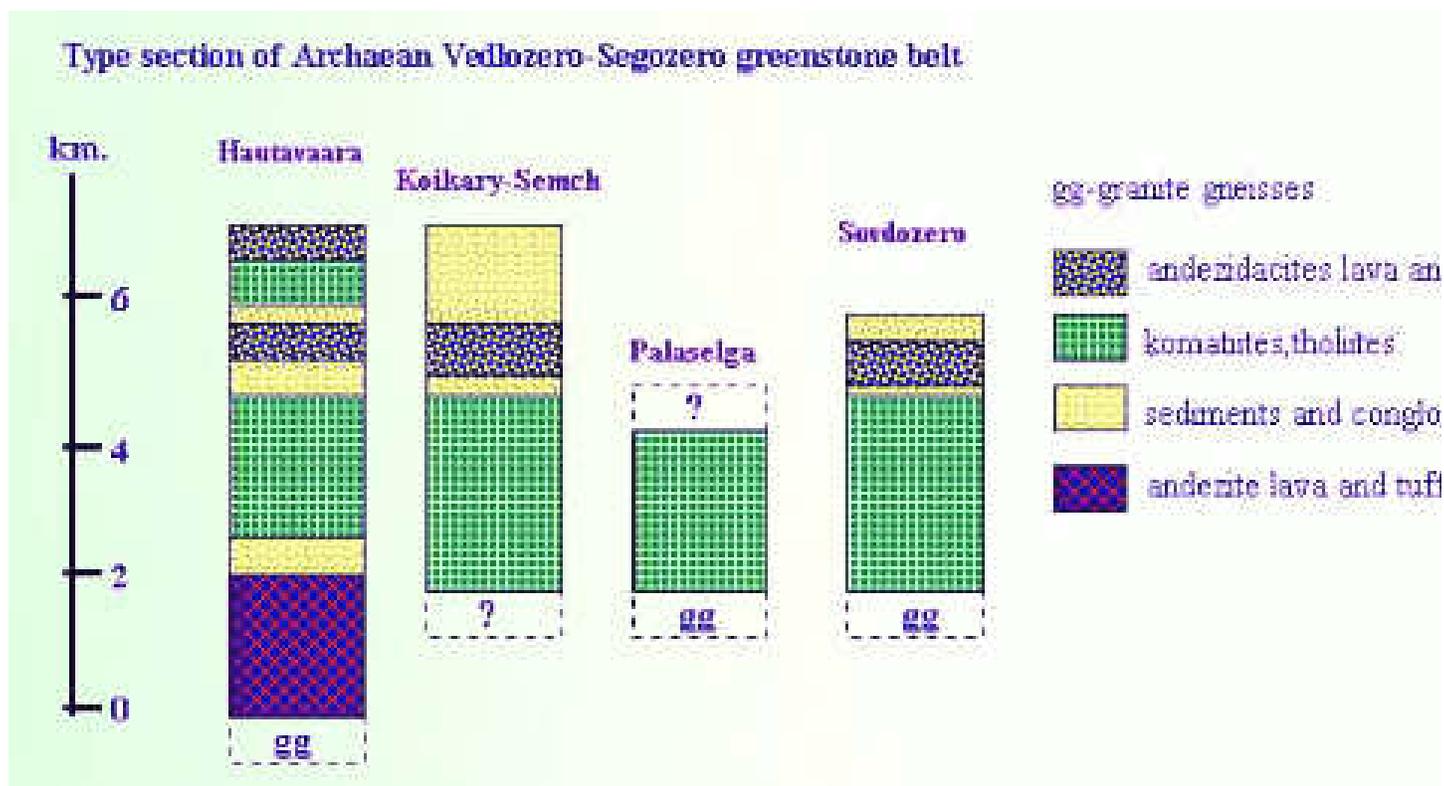
Карельский массив (Карельский неоархейский кратон)

(по Слабунову А.И., 2005)

Это - ядро Балтийского щита.

- сложен на **80%** архейскими гранитоидными, парагнейсовыми и зеленокаменными комплексами (саамский, лопийский). Менее развиты высокометаморфизованные (гранулитовые) образования
- широко развиты **гранитоиды**. В основном это тоналиты, реже граниты, диориты и субщелочные граниты. Возраст - 3,5 - 2,68 млрд.лет
- в структуре выделяются **зеленокаменные комплексы четырех генераций** - 3,05-2,9, 2,9 -2,82, 2,8-2,75 и 2,75-2,65 млрд.лет
- перекрыт с несогласием вулканогенно-осадочными образования протоплатформенного чехла (карельский комплекс) PR1
- **РРТРРТРРТРРТРРТРРТ Колодяжный**

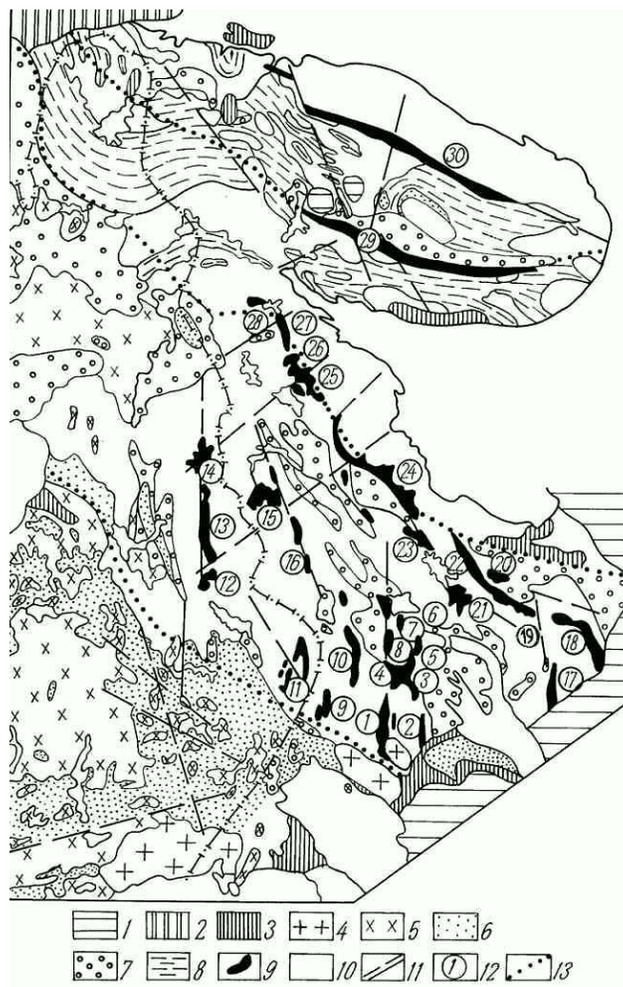
Разрезы зеленокаменных поясов



<http://www.krc.karelia.ru/results/projects/AK.project/geolpozit.html>

Схема расположения зеленокаменных поясов

<http://www.krc.karelia.ru/results/projects/AK.project/geolpozit.html>

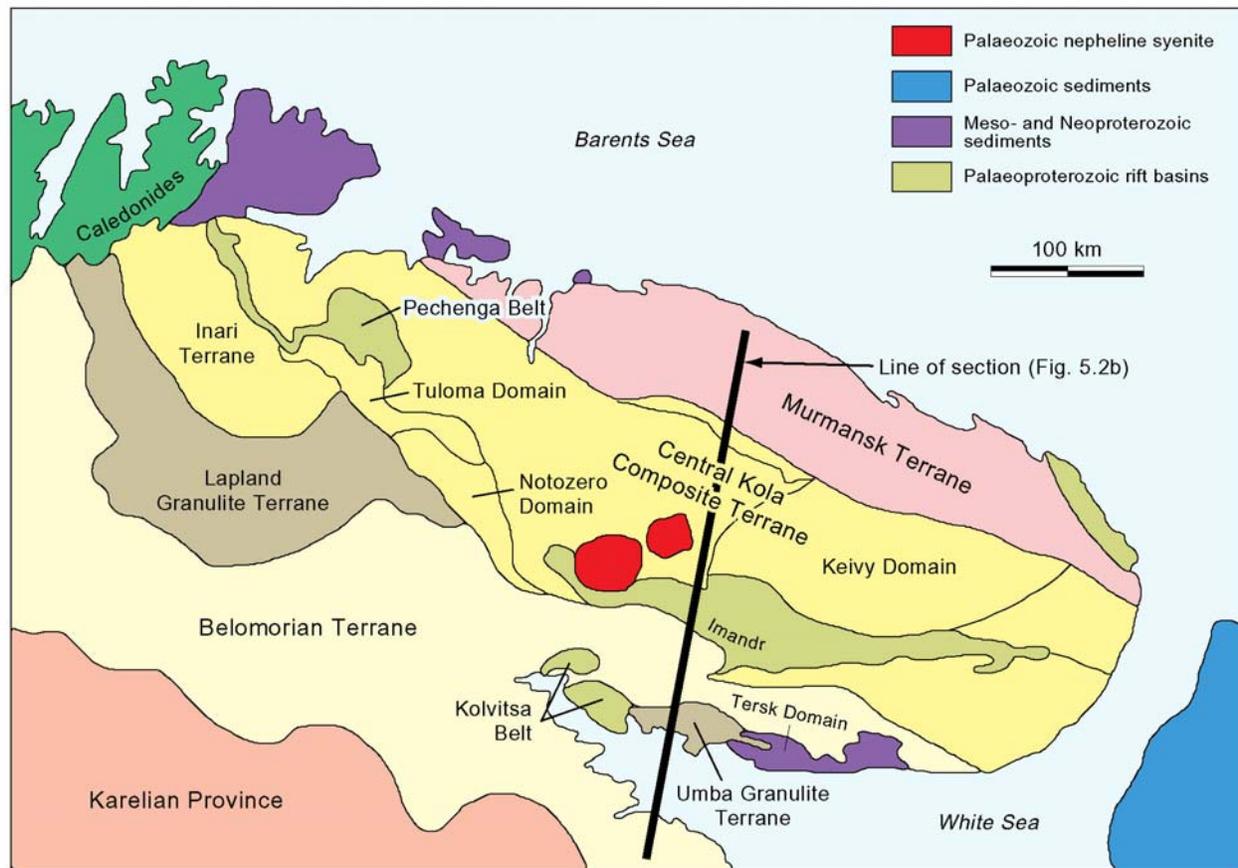


- 1 - фанерозой,
- 2 - каледониды,
- 3 - средний-верхний протерозой (рифей, Jotnian and sub - Jotnian, 1600 - 700 млн.лет),
- 4 - 1750 - 1550 млн.лет граниты рапакиви,
- 5 - 1900 - 1750 млн.лет карельские (свеокарельские) граниты,
- 6 - 2000 - 1900 млн.лет свеофенские осадочные и вулканогенные породы,
- 7 - 2500 - 2200 млн.лет средне - нижне карельские образования (Ludicovian, Jatulian, Sariolian Sumian, Lapponian) ,
- 8 - архейские гранулиты и гнейсовые комплексы,
- 9 - 3100-2600 млн.лет верхнеархейские зеленокаменные пояса,
- 10 - нижнеархейские (Saamian) и частично верхнеархейские образования,
- 11 - границы блоков и разломы,
- 12 - верхнеархейские структуры зеленокаменных поясов: 1 - Hautavaara, 2 - Manga, 3 - Koikary, 4 - Semch, 5 - Palaselga, 6 - Saezero, 7 - Bergaul, 8 - Sovdozero, 9 - Jalonvaara, 10 - Gimoly, 11 - Ilomantsi, 12 - Tipasjarvi, 13 - Kuhmo, 14 - Suomussalmi, 15 - Kostomuksha, 16 - Hedozero, 17 - Matkalahta, 18 - Toksha, 19 - Senegozero, 20 - Lake Kamennoye, 21 - South Vygozero, 22 - Korosozero, 23 - Parandovo, 24 - Pebozero, 25 - Keret, 26 - Hisovaara, 27 - Tikshozero, 28 - Kichany, 29 - Tersk - Allarechka, 30 - Kolmozero - Voronye.
- зеленокаменные пояса: Vedlozero - Segozero (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8), Jalonvaara - Ilomantsi (9, 11) , Kuhmo - Suomussalmi (12, 13, 14), Gimoly - Kostomuksha (10, 15, 16) , Matkalahta (17), Sumozero - Kenozero (18, 19, 20, 22) , South Vygozero (21) , Parandovo - Tikshozero (23, 24, 25, 26, 27, 28), Tersk - Allarechka (29) ,

Kolmozero - Voronya (30).

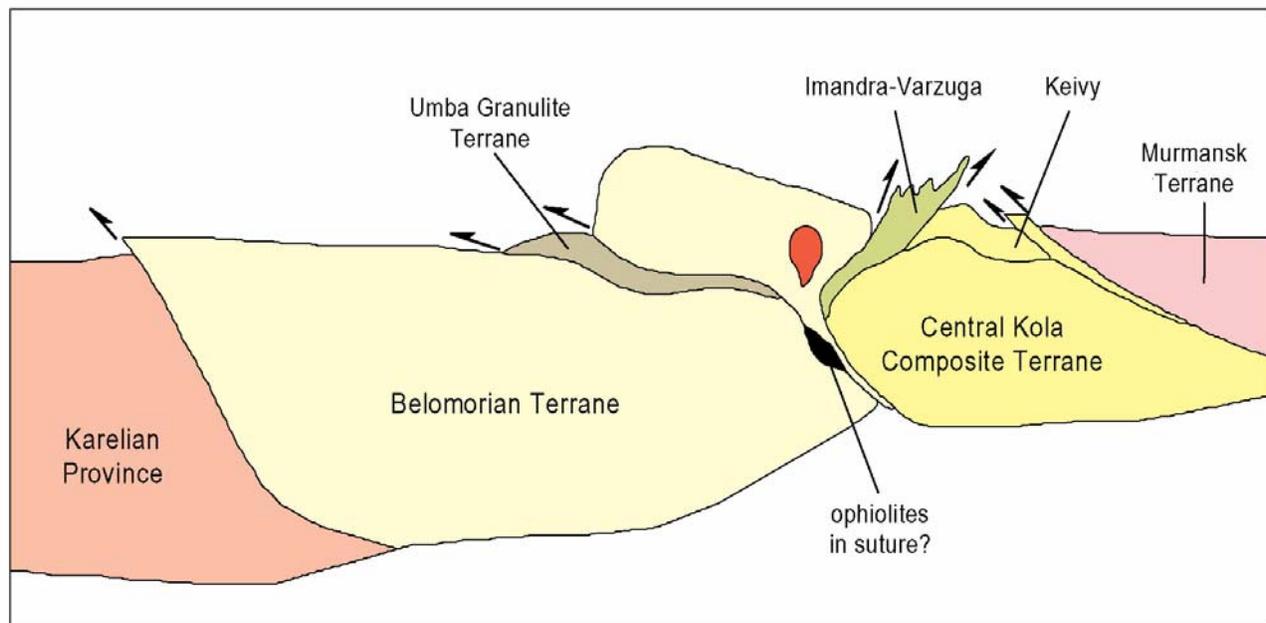
Упрощенная геологическая схема строения Кольского полуострова

<http://www.geofys.uu.se/eprobe/Projects/svekal/Svekalap.htm>



Схематический геологический профиль через лапландско-кольский регион

<http://www.geofys.uu.se/eprobe/Projects/svekal/Svekalap.htm>



Палеозойский магматизм



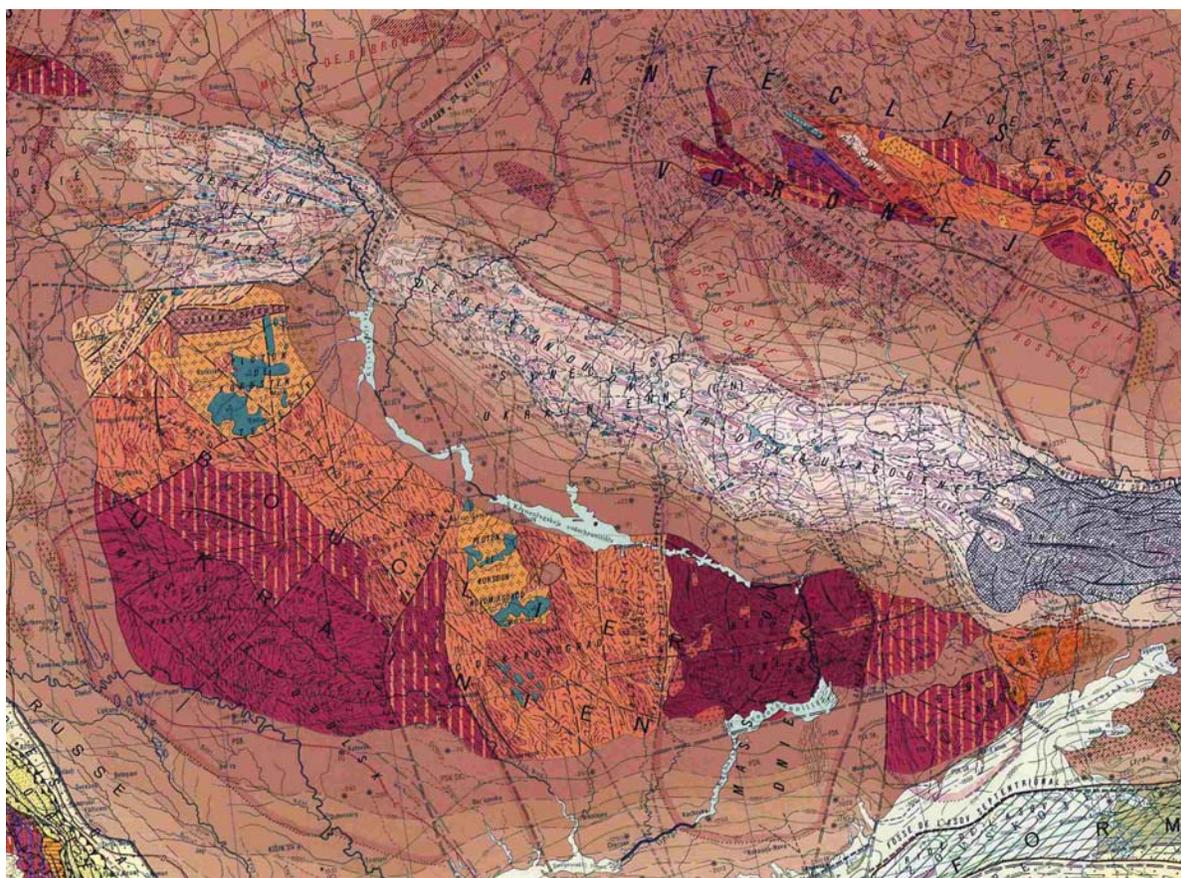
<http://www.biodiversity.ru/kola/html/khibiny/> автор фотографии: Сибирицев Владимир

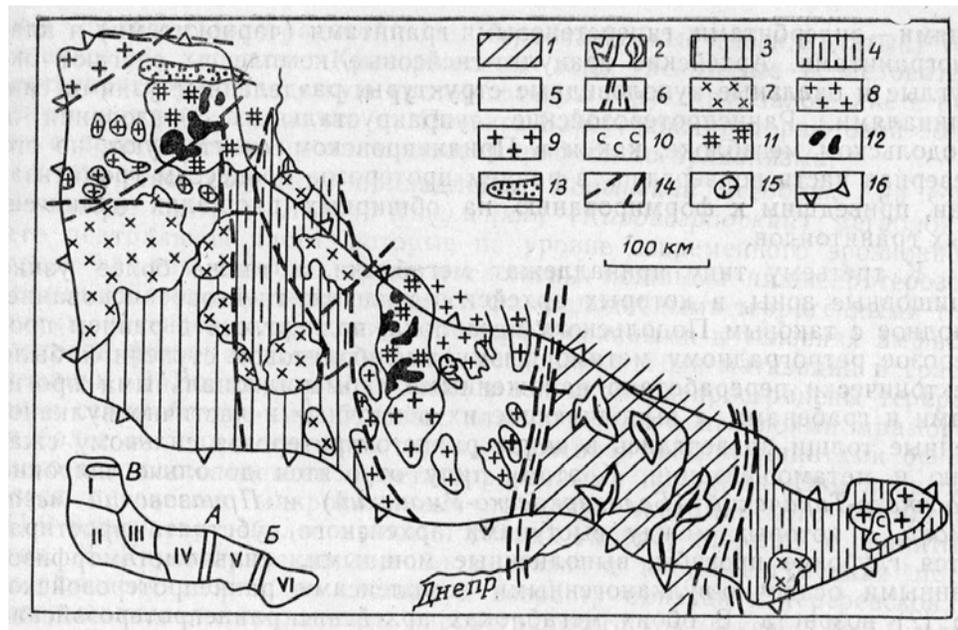
(Санкт-Петербург)
окр. г. Апатиты, 2004

Возраст щелочно-ультраосновного магматизма на примере 7 массивов Балтийского щита находится по Rb-Sr данным в интервале 380-360 млн. лет (Kramm et al., 1993)

Украинский щит

Щит сложен кристаллическими породами архея и раннего протерозоя 3.8 - 1.7 млрд. лет. Широко развиты гранулиты и амфиболиты. В западной части установлены чарнокиты. Отмечается невысокий тепловой поток - в среднем 37 мВт/м². Кристаллическое основание перекоято неоген-четвертичными образованиями, мощностью от 0 до нескольких сот м.





Основные блоки

- **I - Волынский** - AR нет; PR1 (осадочно-вулканогенные и флишеподобные образования)
- **II - Подольский**- AR, осадочные и вулканогенные образования (Pх-Amf-Pl кристаллосланцы)
- **III - Белоцерковский-Уманский** - AR гранулит-гнейсовое основание подверглось ретроградному метаморфизму; узкие зоны с PR1 (осадочно-вулканогенные образования)
- **IV - Кировоградский**- AR нет; PR1 (осадочно-вулканогенные и флишеподобные образования)
- **V - Приднепровский** - AR, гранито-зеленокаменная область = Карельской зоне (Vi, Vi-Amf серые гнейсы); 3.7 млрд.лет
- **VI - Приазовский**- AR гранулит-гнейсовое основание подверглось ретроградному метаморфизму; узкие зоны с PR1 (осадочно-вулканогенные образования)

Ограничение Приднепровского блока - прогибы (PR1) с железистыми, терригенными и карбонатными породами.

- **Украинский щит уникальная и богатейшая провинция протерозойского щелочного магматизма.**
- Здесь известно около 40 массивов и проявлений щелочных пород и карбонатитов. Они принадлежат двум дискретным по возрасту формациям (комплексам): **щелочно-ультраосновной (2,0-2,1 млрд.лет)** и **габбро-сиенитовой (1,7-1,8 млрд. лет)**. В Украинском щите имеются также палеозойские (девонские) щелочные породы, но их распространение ограничено (Приазовский блок).
- Массивы и проявления щелочно-ультраосновной формации локализируются в тектонических блоках Украинского щита с более

мощной корой (47-52 км) по сравнению с таковой для габбро-сиенитовой формации (менее 40 км).

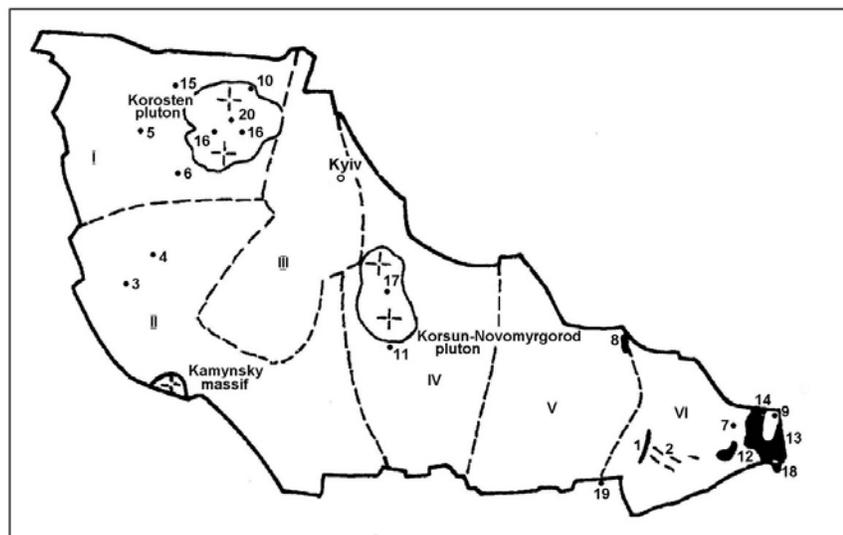


Рис. 1. Массивы и проявления карбонатитов щелочных субщелочных пород Украинском щите.

Щелочно-ультраосновная формация (комплексы): I Черниговский (Ново-Полтавский), 2 – дайки метаякутирангитов, Проскуровский, 4 – Антоновский, 5 – Городницкое интрузивное тело, 6 – фениты Березово-Гати.

Габбро-сиенитовая формация: 7 – Октябрьский, 8 – Малотерсянский, 9 – Покров Киреевский, 10 – Давидковский, 11 – Великовисковский, 12 – Южно-Кальчикский, 13 – Еланчикский, 14 – Кальмиусский, 15 – Яструбецкий, 16, 17 – эгириновые сиениты Коростенского и Корсунь-Новомыргородского плутонов, 18 – Приморский, 19 – Мелитопольский, 20 – Стремизгородское апатит-ильменитовое месторождение.

Геологические блоки (районы) Украинского щита: I – Северо-Западный; II – Днестровско-Бугский; III – Росинско-Тикичский; IV – Ингуло-Ингулецкий; V – Сред. Приднепровский; VI – Приазовский.

Кривдик, 2002

Воронежская антеклиза

Положение, в общем виде, геология, джеспелиты



фото - Колодяжный С.Ю.

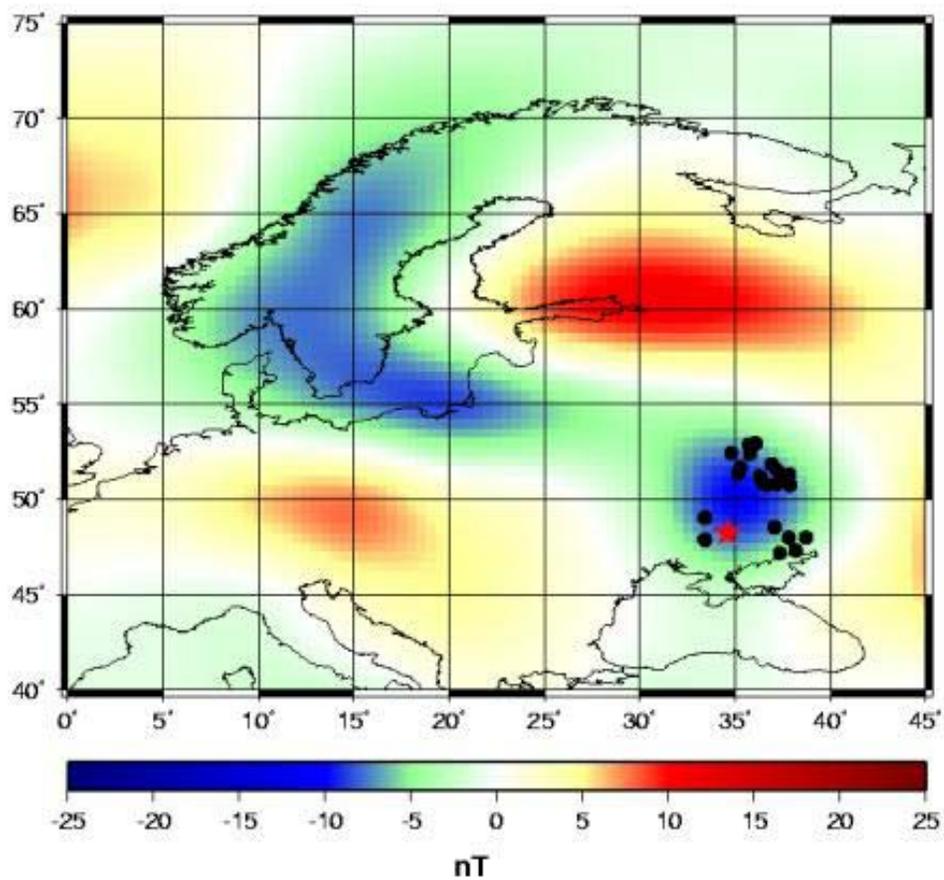
РРТРРТРРТРРТРРТ

Курская Магнитная Аномалия

(центр 51с.ш., 37 в.д) - крупнейшая магнитная аномалия Земли (до 22 нТ)

черные точки - железистые кварциты

звезда - положение криворожской глубинной скважины



http://denali.gsfc.nasa.gov/terr_mag/kursk.html

Общий вид Михайловского карьера



Фото Колодяжный С.Ю.

Складки течения в железистых кварцитах

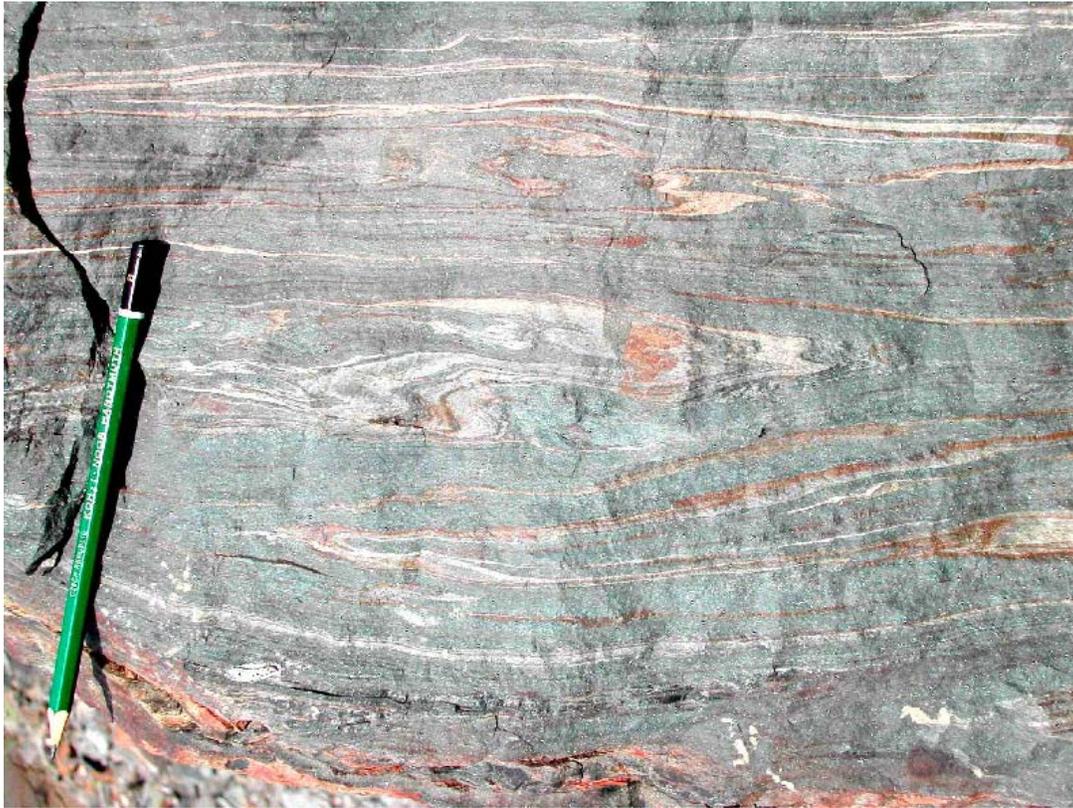


Фото Колодяжный С.Ю.

Перспективы алмазности северо-запада Восточно-Европейской платформы

