

# Карта комплексов долеритовых даек России и сопредельных регионов (Dolerite Dyke Swarm Map of Russia and Adjacent Regions: The Time is Right)

Р.Э.Эрнст (1), К.Л.Бучан (2), (R.E. Ernst, K.L. Buchan).

(1) Ernst Geosciences, 43 Margrave Avenue, Ottawa, K1T 3Y2 CANADA и Department of Earth Sciences, Carleton University, Ottawa, K1S 5B6, CANADA, [Richard.Ernst@ErnstGeosciences.com](mailto:Richard.Ernst@ErnstGeosciences.com)

(2) Geological Survey of Canada, 601 Booth Street, Ottawa, K1A 0E8 CANADA

Карты дайковых комплексов в масштабе континентов являются мощным инструментом для идентификации крупных магматических провинций (КМП), для интерпретации геодинамических условий, для локализации мантийных плюмов, характеристики истории раскола суперконтинентов и для палеоконтинентальных реконструкций. Такая карта масштаба 1:5 000 000 в настоящее время сделана для Канады и окружающих регионов (Buchan and Ernst, 2004, *Diabase Dyke Swarms and Related Units in Canada and Adjacent Regions*) и доказала свою важность в рассматриваемом контексте, как это обсуждалось в нижеприведённом примере для кратона Сьюпириор Канадского щита. Подготовка подобной карты для дайковых рвов Сибири и соседних регионов несомненно окажется не менее полезным.

Современный взгляд на дайковые рои. В недавние годы произошла революция в изучении и понимании дайковых рвов. Аэромагнитные карты показывают наличие рвов, отличающихся крупными масштабами, но простой геометрии (линейных или расходящихся веером). Они обычно могут быть датированы с точностью лучше +/-5 млн. лет используя U-Pb метод по минералам бадделейт и циркон и в некоторых случаях с помощью Ar-Ar метода. Датирование указывает, что многие рои внедрились за короткий промежуток времени, <10 млн лет. Палеомагнитные исследования точно датированных даек хорошо обоснованные ТКДП и палеоконтинентальные реконструкции.

Восстановление истории раскалывания кратона Сьюпириор по дайковым роям. Карта дайковых рвов Канады (Buchan and Ernst 2004) оказалась критической для понимания распределения и геометрии дайковых рвов кратона Сьюпириор и позволила лучше понять историю его раскалывания. Кратон Сьюпириор в Канаде является крупнейшим в мире архейским блоком и вероятно был расположен внутри более крупного континента. В течение палеопротерозоя блоки коры оторвались от краёв кратона Сьюпириор, как это показано. Предполагается, что ответственными за раскалывание кратона являются мантийные плюмы, положение которых определяется по ориентировке веерообразных дайковых рвов.

Национальная канадская карта дайковых рвов. Польза от построения национальной российской карты дайковых рвов хорошо иллюстрируется картой дайковых рвов Канады, масштаб 1:5,000,000 (Buchan and Ernst 2004), сопровождающей как в печатном, так и в цифровом варианте. Карта включает 453 рои, и что является огромным улучшением по сравнению с 43 роями, показанными на более ранней карте Канадского щита (Fahrig and West 1986). Рои распределяются по возрастам следующим образом: 35 архейских, 76 палеопротерозойских, 60 мезопротерозойских, 31 неопротерозойских, and 162 фанерозойских (97 палеозойских, 27 мезозойских, 38 каинозойских), а также 89 плохо датированных. 47 рвов считаются гигантскими, поскольку они имеют длину >300 км. По крайней мере 6 из них имеют длину более 1000 км и 10 рвов имеют веерообразную геометрию. Дайки показаны во всех районах и геологических ситуациях, включая Канадский докембрийский щит и докембрийские массивы, области фанерозойского чехла и складчатые и орогенные пояса. Канадская карта показывает 95 единиц, которые связаны с дайковыми роями, включая вулканисты, силлы и мафит-ультрамафитовые интрузии. В дополнение к этому, имеется обширная записка, содержащая главные характеристики каждого рои и принципиально важные литературные ссылки. Карта потребовала около 2 человеко-лет работы и была составлена с использованием около 2000 детальных геологических отчетов, геологических и аэромагнитных карт.

Проект российской национальной карты дайковых рвов. Здесь мы вносим предложение создать *Карту долеритовых дайковых рвов России и сопредельных регионов*. Основываясь на плотности и распределении возрастов канадской карты, мы предполагаем, что такая карта может содержать более 700 рвов (>200 докембрийского возраста и >500 фанерозойского возраста). Из них возможно 100 будут гигантскими (>300 км длиной), 10 будут >1000 км, и 20 продемонстрируют гигантскую веерообразную геометрию. Как и Канадская, Российская карта была бы очень полезна в решении фундаментальных тектонических и геодинамических проблем.

**Литература**  
Bleeker, W., Ernst, R. (2006) Short-lived mantle generated magmatic events and their dyke swarms: the key unlocking Earth's palaeogeographic record back to 2.6 Ga. In: Hanksi, E., Mertanen, S., Ramo, T., Vuollo, J. (eds.), *Dyke Swarms: Time Markers of Crustal Evolution*. Taylor and Francis / Balkema, London, pp. 3-26.  
Buchan, K.L., Ernst, R.E. (2004) Diabase dyke swarms and related units in Canada and adjacent regions. *Geological Survey of Canada Map 2022A*, scale 1:5,000,000, accompanying 39 page report  
Fahrig, W.F., West, T.D. (1986) Diabase dyke swarms of the Canadian Shield. *Geological Survey of Canada Map 1627A*, scale approx. 1:4,873,900.

Dyke swarm maps at a continental scale are a powerful tool for identification of large igneous provinces (LIPs), for interpreting geodynamic settings, for locating mantle plumes, characterizing the breakup history of supercontinents, and paleokontinental reconstructions. Such a map at a scale of 1:5 000 000 is now available for Canada and adjacent regions (Buchan and Ernst, 2004, *Diabase Dyke Swarms and Related Units in Canada and Adjacent Regions*) and has proven to be very important in this context, as discussed in the example below for the Superior craton of the Canadian Shield. Preparation of a similar map for the dyke swarms of Russia and adjacent areas will undoubtedly prove equally useful.

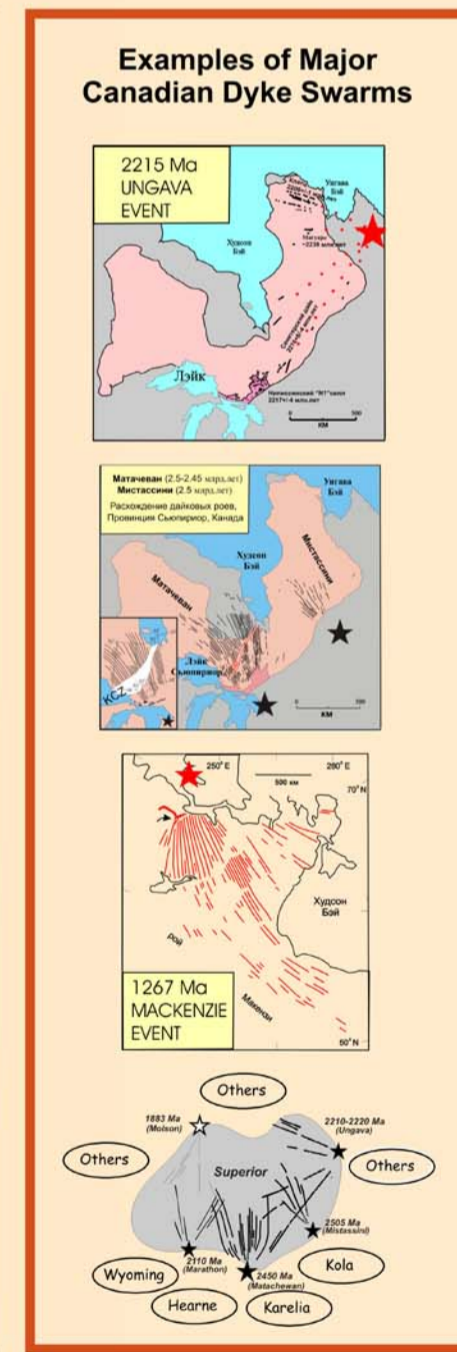
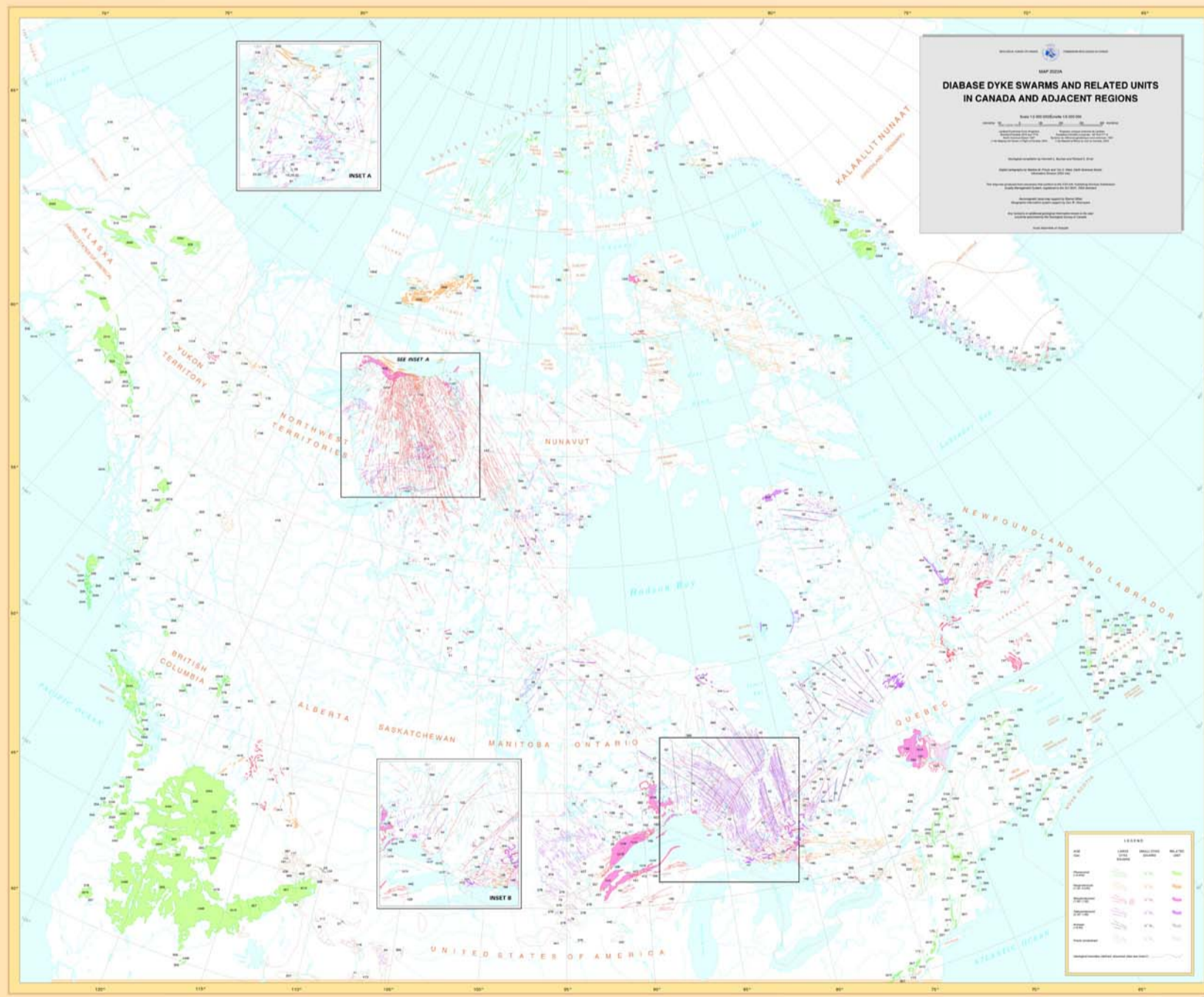
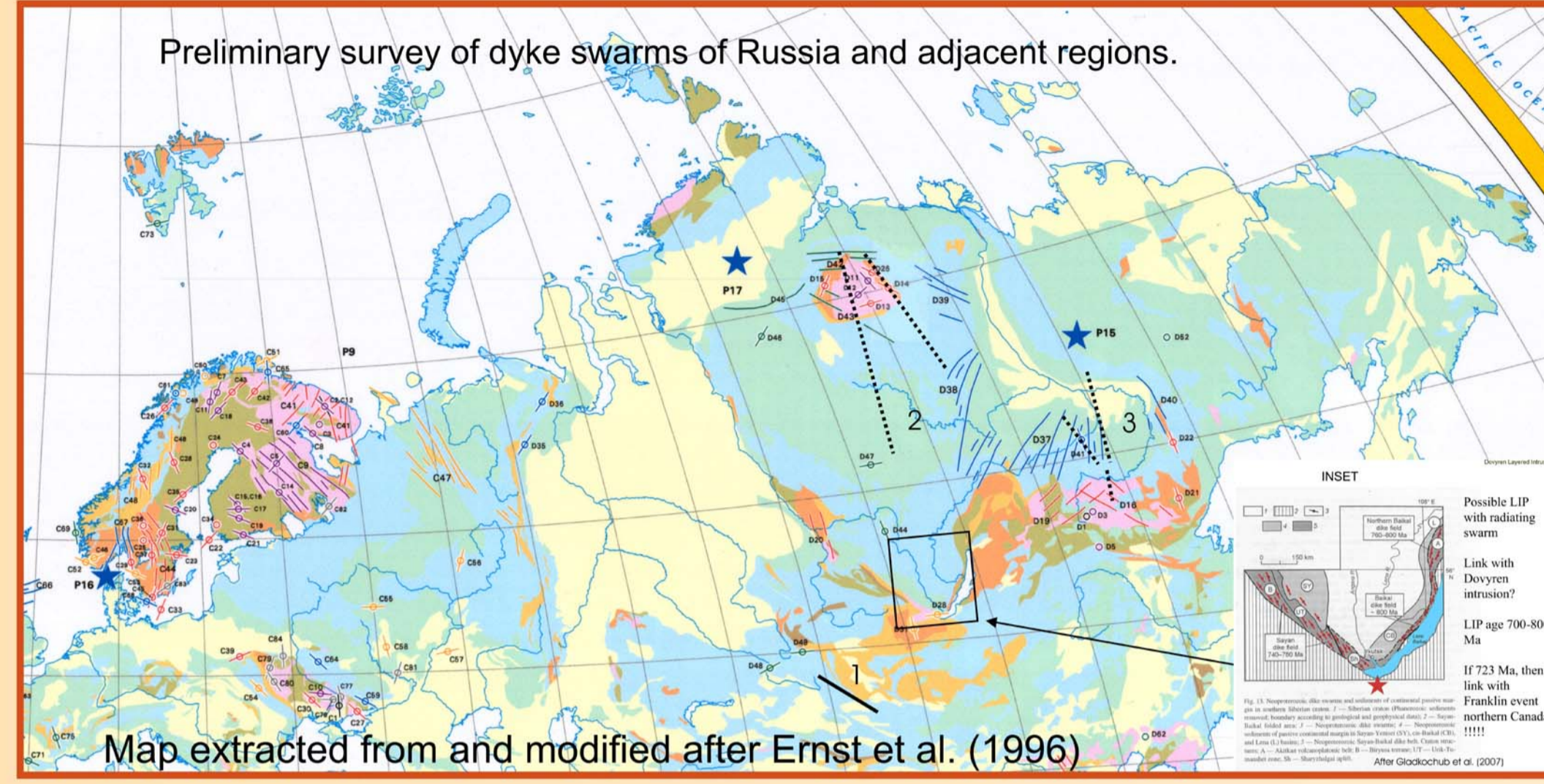
The modern view of dyke swarms. In recent years there has been a revolution in the study and understanding of dyke swarms. Aeromagnetic maps reveal swarms of vast scale but simple geometry (linear and radiating). They can now be routinely dated to better than +/-5 million years precision using the U-Pb method on the minerals baddeleyite and zircon, and, in some instances, using the Ar-Ar technique. Dating indicates that many swarms are emplaced in short duration events of <10 million years. Paleomagnetic studies of precisely dated dykes can yield well constrained Apparent Polar Wander Paths (APWPs) and paleokontinental reconstructions.

Breakup history of the Superior craton from dyke swarms. The dyke swarm map of Canada (Buchan and Ernst 2004) has proven to be critical for understanding the distribution and geometry of dyke swarms of the Superior craton and giving insight into its breakup history. The Superior craton of Canada is the world's largest Archean block and was likely located in the interior of a much larger continent. During the Paleoproterozoic, crustal blocks broke away from the margins of the Superior craton as illustrated. Mantle plumes which are located by associated radiating dyke swarms are thought to be responsible for the breakup.

Canadian National Dyke Swarm Map. The benefits of producing a Russian national dyke swarm map are well illustrated by the 1:5,000,000 dyke swarm map of Canada (Buchan and Ernst 2004), which is available in both printed and digital form. This map compiles 453 swarms, representing a dramatic improvement on the 43 swarms that were shown on the earlier map of the Canadian Shield (Fahrig and West 1986). The age distribution of swarms is as follows: 35 Archean, 76 Paleoproterozoic, 60 Mesoproterozoic, 31 Neoproterozoic, and 162 Phanerozoic (97 Paleozoic, 27 Mesozoic, 38 Cenozoic) swarms, as well as 89 that are very poorly dated. Forty seven swarms are considered to be giant swarms because they have a length >300 km. At least 6 of these swarms are longer than 1000 km and 10 swarms have a radiating geometry. The dykes are compiled from all regions and geological settings, including the Canadian Precambrian shield and Precambrian inliers, Phanerozoic cover terranes, and folded and orogenic belts. The Canadian map shows 95 units that are related to the dyke swarms, including volcanics, sills and mafic-ultramafic intrusions. In addition, there is a report summarizing the main characteristics of each swarm and key references. The map required about 2 'person years' of work and was assembled by consulting more than 2000 detailed geological reports, and geological and aeromagnetic maps.

Proposal for a Russian National Dyke Swarm Map. Herein we suggest that it is timely to produce a *Dolerite Dyke Swarm Map of Russia and Adjacent Regions*. Based on the density and age distribution of swarms on the Canadian map, we estimate that such a map of Russia and adjacent regions would likely contain more than 700 swarms (>200 of Precambrian age and >500 of Phanerozoic age). Of these perhaps 100 would be giant swarms (>300 km in length), 10 would be >1000 km, and 20 would show a giant radiating geometry. As with the Canadian map the Russian map will undoubtedly prove to be of great use in solving fundamental tectonic and geodynamic problems.

**References:**  
Bleeker, W., Ernst, R. (2006) Short-lived mantle generated magmatic events and their dyke swarms: the key unlocking Earth's palaeogeographic record back to 2.6 Ga. In: Hanksi, E., Mertanen, S., Ramo, T., Vuollo, J. (eds.), *Dyke Swarms: Time Markers of Crustal Evolution*. Taylor and Francis / Balkema, London, pp. 3-26.  
Buchan, K.L., Ernst, R.E. (2004) Diabase dyke swarms and related units in Canada and adjacent regions. *Geological Survey of Canada Map 2022A*, scale 1:5,000,000, accompanying 39 page report  
Fahrig, W.F., West, T.D. (1986) Diabase dyke swarms of the Canadian Shield. *Geological Survey of Canada Map 1627A*, scale approx. 1:4,873,900.



**References**

[1] Ernst, R.E., Buchan, K.L., West, T.D., Palmer, H.C. (1996) Diabase (dolerite) dyke swarms of the world: first edition. Geological Survey of Canada Open File 3241.  
Baykova, V.S., Amelin, Yu.V. (1995) The Sm-Nd age of the Gashunmur dike complex, Mongolia. *Transactions of the Russian Academy of Sciences: Earth Science Sections*, v. 336, no. 4, pp. 40-44.  
Ernst, R.E., Buchan, K.L., Hamilton, M.A., Okrugin, A.V., Tomshin, M.D. (2000). Integrated paleomagnetism and U-Pb geochronology of mafic dikes of the eastern Anabar shield region, Siberia: Implications for Mesoproterozoic paleolatitude of Siberia and comparison with Laurentia. *The Journal of Geology*, v. 108, pp. 381-401.  
Ernst, R.E., Haines, J.A., Puchkov, V.N., Okrugin, D.A. (2008) Reconnaissance Ar-Ar dating of Proterozoic dolerite dykes and sills in Siberia and the southern Urals: Identification of new Large Igneous Provinces and implications for the reconstruction of the supercontinent Nuna (Columbia) [Abstract]. *Annual Moscow Geodynamics Conference* (Jan. 29 to Feb. 1, 2008).  
Gludkovich, D.P., Donskaya, T.V., Mazukabzov, A.M., Stanevich, A.M., Sklyarov, E.V., Ponomarchuk, V.A. (2007) Signature of Precambrian extension events in the southern Siberian craton. *Russian Geology and Geophysics*, 48: 17-31.  
Gludkovich, M.Z., Moralev, V.M. (2003) Archean mafic dike swarms as the indicators of the specific features of the early Earth's plume-tectonic regime (with reference to the Siberian craton). *Geotectonics*, v. 37, no. 2, pp. 124-139.  
Veselovsky, R.V., Petrov, P. Yu., Karpenko, S.F., Kostitsyn, Yu.A. and Pavlov, V. E. (2006) New paleomagnetic and isotopic data on the Mesoproterozoic Igneous Complex on the northern slope of the Anabar massif. *Transactions (Doklady) of the Russian Academy of Sciences. Earth Science Section*, v. 411, no. 8, pp. 1190-1194.

Preliminary survey of dyke swarms of Russia and adjacent regions							
LABEL ON MAP	SWARM NAME	LOCATION	AGE	TREND	LENGTH (km)	WIDTH (km)	REFERENCE
D52	Ust'Nera	e. Russia (65.0N, 142.0E)	100-65 Ma	E, NE, N	50	60	D52 in [1]
D44	Bratsk	e. Russia (57.5N, 101E)	<250 Ma	N-NNW	150	120	D44 in [1]
D42	Ebekhaya	e. Russia (72N, 110E)	250 Ma	ESE	400	20	D42 in [1]
D45	Kochikha	e. Russia (70.3N, 97E)	<250 Ma	E	220	120	D45 in [1]
D46	Kureyka	e. Russia (69N, 95E)	<250 Ma	NE	310	240	D46 in [1]
D43	Maymecha	e. Russia (70N, 101E)	<250 Ma	ESE-SE	450	130	D43 in [1]
D47	Mutoray	e. Russia (61.5N, 102.0E)	<250 Ma	E	150	60	D47 in [1]
D48	Serebryansk	Russia (49N, 84E)	250-245 Ma	-NE-E	100	150	D48 in [1]
D49	Tashanta	Russia (50N, 88E)	250-205 Ma	E	50	70	D49 in [1]
1	Gashunmur dyke complex	Mongolia, China, (65.0N, 102.0E)	~320 Ma (Sm-Nd)	ESE	600	30	Baykova and Amelin (1995)
C64	Anton-Taram	Ukraine (51N, 33E)	360-328 Ma	SE	200	10	C64 in [1]
D37	-Chara-Sinsk	e. Russia (61N, 124E)	360 Ma	NE	700	600	D37 in [1]
D39	-Dzhardzhan (Yakutsk Northwest)	e. Russia (69N, 120E)	360 Ma	SE	200	200	D39 in [1]
D40	-Tomporuk (Yakutsk South)	e. Russia (63N, 137E)	360 Ma	N	300	100	D40 in [1]
D38	-Vilyui-Marcha	e. Russia (64N, 115E)	360 Ma	NE	800	400	D38 in [1]
D37-D40	Yakutsk	e. Russia (61N, 124E)	360 Ma	NW-S (fan)			D37-D40 in [1]
D41	Zhil'Gur	e. Russia (61N, 127E)	7-360 Ma	N	160	90	D41 in [1]
D35	Inta	Russia (65N, 61.5E)	450-440 Ma	NE	210	35	D35 in [1]
D36	Yeletskiy	Russia (67.3N, 65E)	450-440 Ma or 375-325 Ma	NE	30	10	D36 in [1]
C60	Kandalaksha Bay	w. Russia (67N, 33E)	550-250	NE			C60 in [1]
C56	Kirov (Kazhim)	w. Russia (58N, 51E)	< 600	NNE	150	50	C56 in [1]
C54	L'vov	Ukraine (49N, 29E)	< 600	SE	250	150	C54 in [1]
C55	Moskva	w. Russia (55N, 40E)	< 600	E	600	200	C55 in [1]
C57	Saratov	w. Russia (51.5N, 48E)	< 600	E-ESE	400	250	C57 in [1]
C58	Voronozh	w. Russia (52N, 41E)	< 600; ~380 Ma	N-NNW	300	200	C58 in [1]
D31	Hovsgol	Mongolia (51N, 101E)	680 Ma (K-Ar)	N			D31 in [1]
C47	Timan	w. Russia (65N, 50E)	680-350?	SE-SSE	1500	300	C47 in [1]
INSET	-Sayan swarm	Sayan-Baikalsk area	780-740 Ma				Gludkovich et al. (2007)
INSET	-Baikal & northern Baikal swarms	Sayan-Baikalsk area	800-760 Ma				Gludkovich et al. (2007)
INSET	Sayan-Baikalsk fanning swarm	Sayan-Baikalsk area	800-700 Ma				
D28	Studyanka	Russia (51.8N, 104E)	900-550 Ma	E	90	15	D28 in [1]
C39	Kovel'	Ukraine (51.5N, 24E)	1100-1000 Ma	E-NE	200	200	C39 in [1]
D26	Chieress	Anabar Shield (70.8N, 112.0E)	1384+/-2 Ma (U-Pb baddeleyite)	SE	30	30	Ernst et al. (2000); D26 in [1]
D22	Brindakit	e. Russia (60N, 137E)	1400-1000 Ma	N	200	30	D22 in [1]
D21	Tomptokan	e. Russia (57N, 135E)	1400-1000 Ma	N	100	100	D21 in [1]
C30	Bobrinets	Ukraine (48N, 32E)	1440-1380 Ma	SE	150	60	C30 in [1]
D14	Juken	e. Russia (70N, 113E)	1500-1200 Ma (K-Ar)	SE			D14 in [1]
D15	West Anabar	e. Russia (70.7N, 105.5E)	1500-1000 Ma (K-Ar)	NE			D15 in [1]
D12	Kuonamka	Anabar Shield (69.0N, 111.0E)	1503+/-5 Ma (U-Pb baddeleyite)	E	250	30	Ernst et al. (2000); Veselovsky et al. (2006); Ernst et al. (2008)
C27	Azovian Block	Ukraine (47N, 37E)	1550-1200 Ma	SE	150	100	C27 in [1]
D13	Kengede	Anabar Shield (69.5N, 110.0E)	1600-1200 Ma (K-Ar)	E	280	50	D13 in [1]
D20	Krasnoyarsk	w. Russia (56.5N, 93E)	1600-550 Ma	N	360	60	D20 in [1]
D11	East Anabar	Anabar Shield (70.5N, 111.0E)	1700-1400 Ma (K-Ar)	SSE	150	40	D11 in [1]
D16	Timptono-Algamaisky	Aldan Shield (67N, 129E)	1750 Ma (Ar-Ar)		130	430	D16 in [1]; Ernst et al. (2008)
D12	Central Anabar	Anabar Shield (70.0N, 109.0E)	1800-1400 Ma (K-Ar)	ENE	190	40	D12 in [1]
D19	Kalaro-Nimyrsky	Aldan Shield (58N, 126E)	1880 Ma (Ar-Ar)	NE	600	310	D19 in [1]; Ernst et al. (2008)
D5	Tukuringra Zone	e. Russia (68N, 37E)	1900-1800 Ma				D5 in [1]
C9	Karelian	Russia & Scandinavia (64N, 32E)	U- 2100 Ma	SE	700?	300?	C9 in [1]
C10	Kirovohrad	Ukraine (48.5N, 33E)	2100-1800 Ma	E-ESE	50	50	C10 in [1]
D3	Sutarn Belt	e. Russia (56.5N, 125E)	~2100 Ma				D3 in [1]
C3	Kolvitsa	w. Russia (~67N, 36E)	~2450 Ma				C3 in [1]
C4	Paajarvi	w. Russia & Scandinavia	U-2450 Ma	SE			C4 in [1]
C1	Dnipropetrovsk	Ukraine (47.5N, 35E)	>2500 Ma	N	100	50	C1 in [1]
C2	Murmansk	w. Russia (68N, 37E)	>2500 Ma	N-NW	150	250	C2 in [1]
C8	Tersky	w. Russia (66.5N, 35E)	2600-2100 Ma	SE	150	10	C8 in [1]
C77	Bazavluk	Ukraine (48N, 35E)	2700-1800 Ma	N-NNW	250	150	C77 in [1]
2	Khatanga dyke swarm	Siberia	Late Archean?	NNW-NW	1000?		Gludkovich and Moralev (2003)
D1	Stanovik	e. Russia (56N, 124E)	~2700 Ma				D1 in [1]
3	Sunnagin		Early Archean?				Gludkovich and Moralev (2003)
C81	Khopier giant dyke	w. Russia (60N, 42E)	??	NNE	200		C81 in [1]
C84	Zvedal-Zalesk giant dyke	Ukraine (51.2N, 29.1E)	??	N	80		C84 in [1]