

Эксперимент FENICS-2014

Четвертый циркуляр

Уважаемые коллеги!

До начала эксперимента FENICS-2014 остается 10 дней. Рассылаем вам 4-й, надеемся, заключительный циркуляр. К настоящему времени выполнены все необходимые согласования с диспетчерскими службами промышленных электросетей, оказывающими главную поддержку в обеспечении эксперимента. Режимы переключения частот и общий порядок проведения работ остались без изменений. Уточнения внесены, главным образом, в схему расположения пунктов наблюдений. Настоящий циркуляр следует считать основным документом эксперимента FENICS-2014, поэтому он приведен ниже в полном виде. Эксперимент будет проводиться в период **с 23 августа по 08 сентября 2014 г** при поддержке гранта РФФИ-офи-м 13-05-12044 и гранта ОНЗ РАН № 6..

Цель эксперимента

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ КНЧ-СНЧ ДИАПАЗОНА С ИОНОСФЕРОЙ И ЗЕМНОЙ КОРОЙ

Содержание	Стр
1. Основные задачи эксперимента FENICS-2014	1
2. Режим работы питающих линий.	2
3. Схема расположения «ближних» точек измерения сигналов.....	3
4. Схема расположения «дальних» точек измерения сигналов.....	6
5. Координаты питающих и приемных линий.....	7
6. Базы данных.....	9
7. Участники эксперимента FENICS-2014.....	9
8. Оргкомитет.....	10

1. Основные задачи эксперимента FENICS-2014.

1.1. Выполнить электромагнитные зондирования в разных блоках земной коры Фенноскандинавского щита с целью последующего построения квазитрехмерной модели строения литосферы и оценки возможной связи глубинной электропроводности с металлогеническими характеристиками.

1.2. Изучить свойства переходной зоны высокого сопротивления между верхней и нижней толщами земной коры в интервале глубин 10-30 км путем комплексного решения обратной задачи на основе частотного и дистанционного принципов зондирования.

1.3. Исследовать анизотропные свойства литосферы Фенноскандинавского щита путем проведения измерений при двух взаимно ортогональных поляризациях первичного поля.

1.4. Выполнить зондирования в области аномального погружения сейсмической границы Мохо до глубины 60 км с целью изучения возможной связи электромагнитных и сейсмоупругих свойств литосферы Фенноскандинавского щита.

1.5. Изучить особенности распространения КНЧ-СНЧ электромагнитного поля в волноводе «Земля-ионосфера» при разных условиях возбуждения первичного поля и при разных углах прихода волны.

1.6. Выполнить электромагнитное зондирование стенок волновода «Земля-ионосфера» и оценить анизотропные свойства околоземного пространства путем применения

итерационной процедуры решения обратной задачи по входному импедансу и по отдельным компонентам при разных направлениях поляризации первичного поля..

2. Режим работы питающих линий.

Главную особенность эксперимента FENICS-2014 составляет методика изучения взаимодействия электромагнитного поля с ионосферой и земной корой путем применения двух взаимно-ортогональных заземленных питающих линий - промышленных ЛЭП протяженностью 109 км (субширотная ЛЭП L1) и 120 км (субмеридиональная ЛЭП L2). Положение линий L1 и L2 показано на рис. 1 и 2. Координаты концевых заземлений питающих линий приведены в таблице 3. Генератор Энергия-2 мощностью 200 кВт будет создавать в промышленных ЛЭП переменный ток амплитудой от десятков ампер до 200 А в частотном диапазоне от 194 Гц до 0.094 Гц.

Эксперимент FENICS-2014 будет проходить в два этапа. На первом этапе (с 23 по 30 августа) ток будет генерироваться в субширотной линии L1. На втором этапе (с 1 по 8 сентября) ток будет генерироваться в субмеридиональной линии L2. На обоих этапах генерация тока будет производиться в ночное время, с 1-00 до 5-00 московского времени по единому расписанию частот. Расписание и режим включения тока разной частоты в промышленные ЛЭП согласованы с диспетчерскими службами Колэнерго и со всеми участниками. Значения силы тока приведены в таблицах 1 и 2 приближенно, на основе опыта предыдущих работ и могут несущественно изменяться. Ток будет записываться на компьютер с указанием меток времени в мировом стандарте с точностью не хуже 1 мкс.

Режим включения тока в субширотную ЛЭП L-1 (таблица 1).

Дата	Время, час-мин		Длит (мин.)	Пауза	Частота , Гц	Сила тока, А.
	Вкл.	Выкл.				
С 23 .08 по 30.08 2014 каждую ночь	1-00	1-24	24	Нет	0.094	200
	1-24	1-40	16	-«-	0.382	200
	1-40	1-54	14	-«-	0.642	195
	1-54	2-06	12	-«-	0.942	185
	2-06	2-16	10	-«-	1.922	175
	2-16	2-26	10	2	3.822	170
	2-28	2-38	10	-«-	6.422	160
	2-40	2-50	10	-«-	9.422	150
	2-52	3-02	10	-«-	19.42	125
	3-04	3-14	10	-«-	38.22	100
	3-16	3-28	12	-«-	64.22	50
	3-30	3-42	12	-«-	94.22	35
	3-44	3-54	10	-«-	194.2	20
	3-56	5-00	64	-«-	0.194	200

Режим включения тока в субмеридиональную ЛЭП L-2 (таблица 2).

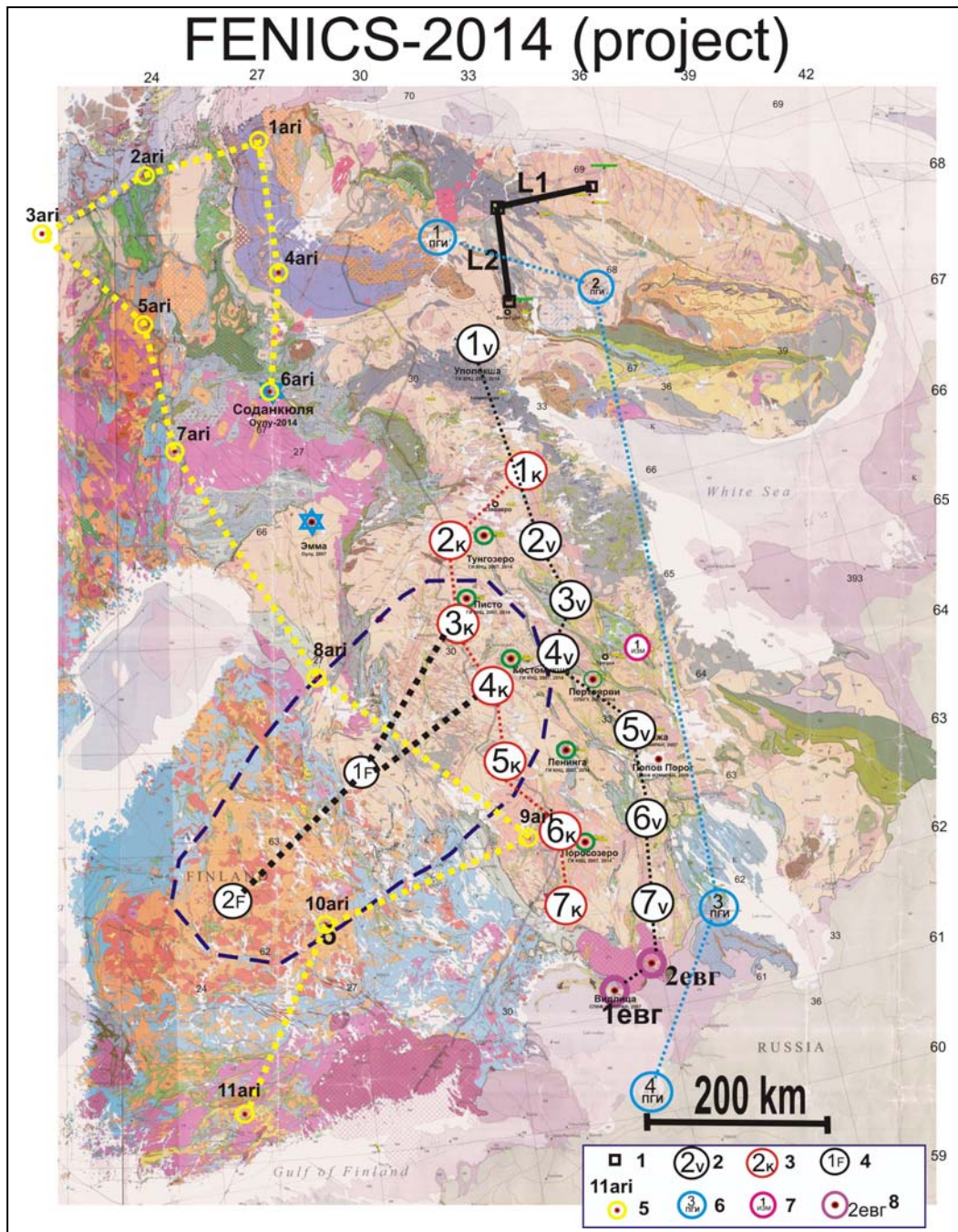
Дата	Время, час-мин		Длит (мин.)	Пауза	Частота , Гц	Сила тока, А.
	Вкл.	Выкл.				
С 01.09	1-00	1-24	24	Нет	0.094	120
по	1-24	1-40	16	-«-	0.382	120
08.09	1-40	1-54	14	-«-	0.642	120
2014	1-54	2-06	12	-«-	0.942	110
каждую ночь	2.06	2-16	10	-«-	1.922	110
	2-16	2-26	10	2	3.822	100
	2-28	2-38	10	-«-	6.422	90
	2-40	2-50	10	-«-	9.422	80
	2-52	3-02	10	-«-	19.42	80
	3-04	3-14	10	-«-	38.22	75
	3-16	3-28	12	-«-	64.22	70
	3-30	3-42	12	-«-	94.22	65
	3-44	3-54	10	-«-	194.2	60
	3-56	5-00	64	-«-	0.194	120

Из сравнения таблиц 1 и 2 можно заметить, что сила тока в субмеридиональной линии L-2 на низких частотах почти вдвое ниже, чем в субширотной линии L-1. Это связано с более высоким сопротивлением токонесущего кабеля в субмеридиональной линии L-2 в сравнении с линией L-1. В то же время, на высоких частотах сила тока в линии L-2 почти втрое выше, чем в линии L-1. Это связано с лучшими условиями согласования реактивного (индуктивного) сопротивления линии L-2, благодаря высокому активному сопротивлению кабеля.

3. Схема расположения «ближних» точек измерения сигналов.

Под «ближними» понимаются точки приема, располагающиеся в пределах территории Фенноскандинавского (Балтийского) щита. Удаления между центрами питающих линий и «ближними» точками приема изменяются от 100 до 900 км. Координаты точек и описание основных параметров измерительных станций приведены в таблице 3. При выборе «ближних» пунктов измерений основное внимание уделялось их расположению в пределах наиболее древних, архейских пород гранито-гнейсового состава, характеризующихся высоким сопротивлением и более однородным строением в сравнении с более молодыми вулканогенно-осадочными комплексами протерозойского возраста. Но это требование не относится к обсерваторским станциям, выбор которых определился много раньше и исходя из других требований.

Рис. 1. Положение «ближних» точек приема в эксперименте «FENICS-2014»,

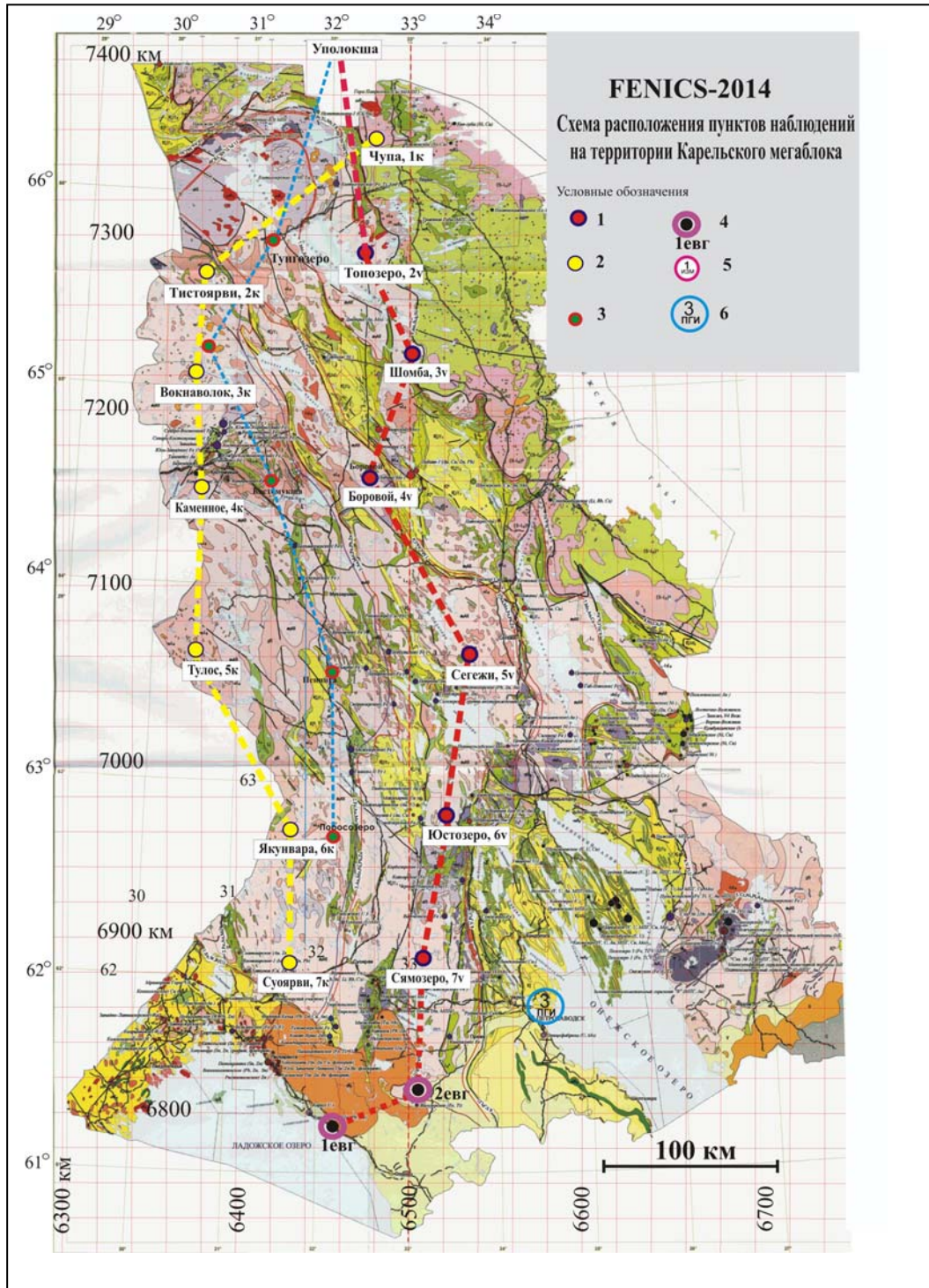


Легенда: 1 – заземления питающих линий: L1 (субширотная ЛЭП Л-401 протяженностью 109 км) и L2 (субмеридиональная ЛЭП Л-153/154 протяженностью 120 км); (2 – 8) - положение приемных станций; 2 – Геологический институт КНЦ РАН (передвижная 5-ти компонентная станция VMTU-10, М.А. Бируля); 3 – ГИ КНЦ РАН (передвижная 7-ми компонентная станция КВВН-7, А.А. Скороходов); 4 – Университет Оулу, Финляндия (5-ти компонентные станции, установленные на все время эксперимента, М.Ю. Смирнов); 5 – Метеослужба Финляндии (3-х компонентные стационарные магнитные станции, Ari Viljanen); 6 – Полярный геофизический институт КНЦ РАН (стационарные пятикомпонентные станции, В.Ф. Григорьев); 7 – СПбФ ИЗМИРАН (передвижные 5-ти компонентные станции MTS-2, Ю.А. Копытенко); 8 – ООО

«ВЕГА» (5-ти компонентная станция VMTU-10, Е.А. Копытенко). Штриховым контуром показана область погружения границы Мохо до глубины 50-60 км.

Описная на рис. 1 схема расположения «ближних» точек дополнена ниже, на рис. 2 более детальной схемой расположения пунктов наблюдений на территории Карельского мегаблока. На ней дана более точная привязка проектных точек наблюдений к геологическим границам и к сети дорог.

Рис. 2. Положение пунктов наблюдений на территории Карелии.



Легенда. 1 – пункты наблюдений ГИ КНЦ РАН со станцией VMTU-10, 2 – то же со станцией KBBH-7, 3 – то же в эксперименте FENICS-2007, 4 – пункты наблюдений ООО «ВЕГА» со станцией VMTU-10, 5 – площадные измерения СПбФ ИЗМИРАН в районе обсерватории Лехта со станциями GI MTS, 6 – стационарная приемная пятикомпонентная станции ПГИ КНЦ РАН.

4. Схема расположения «дальних» точек измерения сигналов.

Под «дальними» точками приема сигналов в эксперименте «FENICS-2014» понимаются пункты регистрации, располагающиеся за пределами территории Фенноскандинавского (Балтийского) щита. Измерения сигналов в этих точках представляют интерес, прежде всего, в связи с задачей изучения особенностей распространения КНЧ-СНЧ электромагнитных волн в полости «Земля-ионосфера». Состав участников эксперимента в этой части работы пополнился после выхода второго циркуляра. Заявки на участие в эксперименте поступили от Института геофизики Польской академии наук и от Института космофизических исследований и распространения радиоволн Дальневосточного отделения РАН (ИКИР ДВО РАН).

В связи с этим схема «дальних» наблюдений также претерпела существенные изменения и поэтому повторно представлена на рисунке 3 с соответствующими дополнениями.

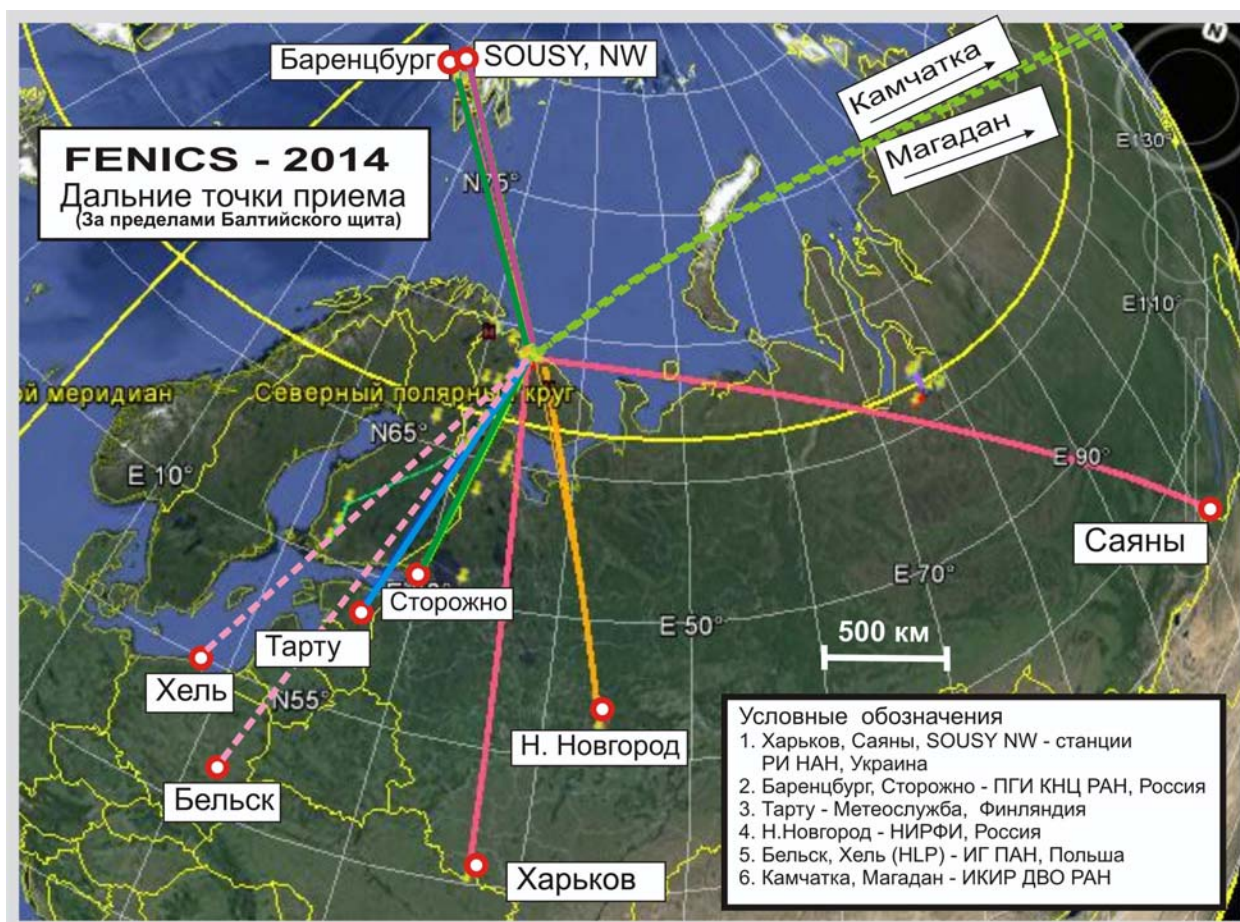


Рис. 3. Схема расположения «дальних» точек регистрации сигналов в эксперименте «FENICS-2014». Условные обозначения даны на рисунке.

Наиболее удаленные точки «Камчатка» (6770 км), «Магадан» (5930 км) и «Саяны» (3900 км) располагаются на предельно большом удалении от центра питающих линий. Тем не менее, возможность успешной регистрации поля на них не исключена, поскольку

располагаются они в пределах сектора благоприятной зоны излучения субширотной линии L1. На остальных «дальних» точках возможность успешной регистрации сигналов определяется опытом работ в предыдущих экспериментах 2007 и 2009 годов. Сигналы в те годы были зарегистрированы в точках «Баренцбург» (1300 км) и в точке «Харьков (2150 км). При этом сигналы были зарегистрированы только от линии L1.

Важным элементом новизны в эксперименте 2014 года должно явиться наблюдение сигналов от обеих излучающих линий L1 и L2, что необходимо для исследования анизотропии электромагнитных свойств окружающей среды. Остальные задачи исследований КНЧ-СНЧ электромагнитного поля на «дальних» точках отмечены в пунктах 1.5 и 1.6 первого раздела.

5. Координаты питающих и приемных линий.

Координаты питающих и приемных линий со всеми уточнениями приведены в таблице 3. Координаты приведены в традиционной географической системе и в прямоугольной системе Гаусса-Крюгера. Прямоугольные координаты Гаусса-Крюгера даны в Пулковской системе. За центральную линию прямоугольной сетки координат Гаусса-Крюгера принят меридиан, проходящий вдоль 33 градуса восточной долготы. На рис 1 приведены обе сетки координат с соответствующими обозначениями в градусах и в километрах..

Координаты питающих и приемных линий в эксперименте FENICS-2014 (таблица 3).

№ п/п	Название пунктов	Шифр	Координаты пунктов			
			Географические		Гаусса – Крюгера (Пулковская система)	
			Северная широта	Восточная долгота	Y, км (Восток)	X, км (Север)
1	2	3	4	5	6	7
Координаты заземлений питающих линий						
Центр физико-технических проблем энергетики Севера Кольского научного центра РАН (ЦФТПЭС КНЦ РАН), г. Апатиты, Россия (Генератор «Энергия-2» мощностью 200 кВт, В.В. Колобов, М.Б. Баранник, В.Н. Селиванов)						
1	Западное заземление	L1 Широтная	68° 49.872'	33° 04.628 '	6502.98	7638.61
2	Восточное заземление	L1 Широтная	68° 50.272'	35° 30.934'	6601.36	7641.41
3	Северное заземление	L2 Меридиональная.	68° 49.872'	33° 04.628 '	6502.98	7638.61
4	Южное заземление	L2 Меридиональная.	67° 05.800 '	32° 49.358'	6489.36	7538.96
Координаты центров приемных точек						
Геологический институт Кольского научного центра РАН (ГИ КНЦ РАН), г. Апатиты, Россия. (5-ти компонентная МТ-АМТ станция VMTU-10, А.Н. Шевцов, М.А. Бируля, П.Рязанцев).						
1	Уполокша	1v	67° 32.7'	31° 49.2'	6449.69	7495.81
2	Топозеро	2к			6478.0	7291.0
3	Шомба	3v			6506.0	7230.0
4	Боровой	4v			6472.0	7160.0
5	Сегежи	5v			6535.7	7061.6

6	Юостозеро	6v			6523.0	6970.0	
7	Сямозеро	7v			6508.0	6890.0	
Геологический институт Кольского научного центра РАН (ГИ КНЦ РАН), г. Апатиты, Россия (7-ми компонентная МТ-АМТ станция КВВН-7, А.А. Жамалетдинов, А.А.Скорыходов, В.Е.Колесников)							
8	Чупа	1к			6480.0	7375.0	
9	Тистаярви	2v			6382.0	7277.5	
10	Вокнаволоок	3к			6376.0	7220.0	
11	Каменное	4к			6372.5	7155.0	
12	Тулос	5к			6376.0	7067.0	
13	Якунвара	6к			6430.0	6960.0	
14	Суоярви	7к			6424.0	6885.0	
Полярный геофизический институт Кольского научного центра РАН (ПГИ КНЦ РАН), г. Мурманск, Россия. (5-ти компонентные МТ-АМТ станции, В.Ф.Григорьев)							
15	Баренцбург	1пги	78.096	14.207			
16	Верхне-Тулосский	2пги	68.592	31.756			
17	Ловозеро	3пги	67.97	35.02			
18	Сторожно, Лодейное поле, СПб	4пги	60.533	32.628			
19	Петрозаводск	5пги	61.78	34.37			
Санкт-Петербургский филиал ИЗМИРАН (СПбФ ИЗМИРАН), г. Санкт-Петербург, Россия (5-ти компонентные АМТ станции GI-MTS-1, Ю.А. Копытенко, В.С. Исмагилов, М.С. Петрищев, П.А. Сергушин)							
20	Лехта	1изм	64.4266	33.9729			
Нижегородский радиофизический институт (НИРФИ), Нижний Новгород, Россия (HDZ магнитометр, С.В.Поляков)							
21	Н. Новгород	1с	56 ⁰ 25'	43 ⁰ 30'			
Восточно-Европейская геофизическая ассоциация, (ООО «ВЕГА»), Санкт-Петербург, Россия (5-ти компонентная МТ-АМТ станция VMTU-10, Е.А. Копытенко)							
22	Видлица	1евг	61 ⁰ 13'38''	32 ⁰ 13'10''	6455.15	6790.65	
23	Вагозеро	2евг			6505.0	6812.0	
Институт космофизических исследований ДВО РАН (ИКИР ДВО РАН), с. Паратунка Камчатского края, Россия. (STELAB, FGE и FRG-601 HDZ станции, ОНЧ регистратор, Г.И. Дружин, С.Ю. Хомутов, И.Н. Поддельский)							
24	«Паратунка»	52°58'	158°15'				
25	«Крымшина»	52°49'	158°07'				
26	Магадан	60°03'	150°44'				
Университет Оулу, Финляндия (5-ти компонентные МТ-АМТ станции, М.Ю. Смирнов, Т. Коржа)							
27	700 км	1F	63.7 град	27.5 град	6226.36	7085.74	
28	CFGC (900 км)	2F	62.6 град	25 град	6075.76	6969.25	
Радиоастрономический институт Национальной академии наук Украины (РИ НАНУ), г. Харьков, Украина (LEM1 регистраторы, Ю.М. Ямпольский)							
29	Мартовая, Харьков	1укр	49° 56'0.5"	36° 57' 10"			

30	SOUSY, NW Шпицберген	2укр	78° 10' 10"	15° 59' 40"			
31	Монды, Саяны, РФ	3укр	51° 37'	100° 55'			
Метеослужба, г. Хельсинки, Финляндия (LEMI регистраторы HDZ магнитного поля, Ari Viljanen)							
32	KEV	1vil	69.76	27.01	6265.30	7757.84	
33	MAS	2vil	69.46	23.70	6134.09	7742.13	
34	KIL	3vil	69.02	20.79	6011.74	7705.69	
35	IVA	4vil	68.56	27.29	6263.14	7614.02	
36	MUO	5vil	68.02	23.53	6100.20	7581.05	
37	SOD	6vil	67.37	26.63	6221.95	7495.08	
38	PEL	7vil	66.90	24.08	6105.65	7450.67	
39	OUJ	8vil	64.52	27.23	6219.68	7174.09	
40	MEK	9vil	62.77	30.97	6391.10	6963.84	
41	HAN	10vil	62.25	26.60	6163.77	6920.06	
42	NUR	11vil	60.50	24.65	6040.24	6740.14	
43	TAR	12vil	58.26	26.46			
Институт геофизики ПАН, г. Варшава, Польша. (LEMI регистраторы HDZ магнитного поля V. Jozweik, T. Ernst)							
44	Bel'sk		51 ⁰ 50.2'	20 ⁰ 47.5'			
45	Khel' (HLP)		54,608 ⁰	18,816 ⁰			

6. Базы данных.

Результаты наблюдений будут собраны в виде двух типов баз данных, доступных всем исследователям, принявшим участие в проведении измерений. Первая база данных будет представлять собой временные ряды первичных наблюдений по измеренным компонентам электромагнитного поля. Эту базу данных любезно согласился организовать г-н Новожинский (ИГ ПАН, Польша) при участии г-на Максима Петрищева (СПбФ ИЗМИРАН, Россия). Основой для нее послужит формат базы данных, составленной ранее под научным руководством г-на Владимира Семенова для международного эксперимента SEMES. Для сбора первичных данных открыт почтовый ящик <kolafenics@gmail.com>. Пароль для доступа к ящику будет передан каждому участнику после получения от него первичных данных. Все первичные данные будут конвертированы в единый формат – бинарный. Для подготовки программы конвертации данных от каждого участника необходимо будет получить примеры записи временных рядов электромагнитного поля. Примеры записей прошу направлять по электронному адресу kolafenics@gmail.com с указанием адреса отправителя.

Вторую базу данных любезно согласился организовать г-н Максим Смирнов (Университет Оулу). В ней за основу будут приняты результаты обработки первичных данных (например, в виде значений кажущегося сопротивления и фазы импеданса, векторов Визе и др) по образцу, разработанному им для эксперимента BEAR.

7. Участники эксперимента *FENICS-2014*.

К настоящему времени сформирован список основных участников эксперимента «FENICS-2014» в следующем составе.

1. Геологический институт Кольского научного центра РАН (ГИ КНЦ РАН), г. Апатиты, Россия
2. Центр физико-технических проблем энергетики Севера Кольского научного центра РАН (ЦФТПЭС КНЦ РАН), г. Апатиты, Россия
3. Полярный геофизический институт Кольского научного центра РАН (ПГИ КНЦ РАН), г. Мурманск, Россия
4. Санкт-Петербургский филиал ИЗМИРАН (СПбФ ИЗМИРАН), г. Санкт-Петербург, Россия
5. Нижегородский радиофизический институт (НИРФИ), Нижний Новгород, Россия
6. Восточно-Европейская геофизическая ассоциация (ООО «ВЕГА»), Санкт-Петербург, Россия
7. Институт космофизических исследований и распространения радиоволн Дальневосточного отделения РАН (ИКИР ДВО РАН).
8. Университет Оулу, Финляндия
9. Радиоастрономический институт Национальной академии Украины (РИ НАНУ), г. Харьков, Украина
10. Метеослужба, г. Хельсинки, Финляндия
11. Институт геофизики Польской академии наук (ИГ ПАН), г. Варшава, Польша.

Участие в эксперименте FENICS-2014 по-прежнему не регламентируется. Любой исследовательский коллектив может войти в состав участников или же независимо проводить измерения, ориентируясь на свою аппаратуру и на интересующие его задачи. Команда, принимающая участие в эксперименте по согласованной программе (Рис. 1 - 3 и таблица 3), по окончании работ пересылает первичные данные в адрес почтового ящика kolafenics@gmail.com и сообщает об этом в Оргкомитет. В обмен команда-участница получает полную информацию о работе генераторной станции (оцифровки тока с привязкой к мировому времени) и также пароль для доступа к сводной базе первичных данных эксперимента FENICS-2014 и к базе данных с результатами обработки.

Оперативную информацию о порядке проведения эксперимента FENICS-2014 и доступ к публикациям можно найти на веб-сайте ГИ КНЦ РАН по адресу:

<http://geoksc.apatity.ru/component/content/article/28-2011-03-22-14-44-01/352-fenics-2014>

8. Оргкомитет эксперимента FENICS-2014

Председатель оргкомитета

д.г.-м.н., Абдулхай Азымович
Жамалетдинов,
гл.н.с. СПбФ ИЗМИРАН и ГИ КНЦ РАН
e-mail: abd.zham@mail.ru
Телефон: +7-921-1692104

Заместитель председателя оргкомитета по вопросам измерения и обработки данных

к.ф.-м. н., Александр Николаевич Шевцов –
ст.н.с. Геологического института КНЦ РАН
e-mail: anshev2009-01@rambler.ru
Телефон: +7-921-7341337

Заместитель председателя оргкомитета по вопросам генерации тока в ЛЭП

к.т.н. Виталий Валентинович Колобов
вед.н.с. ЦФТПЭС КНЦ РАН
e-mail: 1_i@mail.ru Телефон: +7-921-
2786199

Адрес оргкомитета

Геологический институт КНЦ РАН
184209, г. Апатиты, ул. Ферсмана, 14
Телефон: (81555) 79208
Факс: (81555) 79548
E-mail: abd.zham@mail.ru