



# **9 ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ**

- геомагнитный мониторинг, включающий периодические наблюдения за геодинамическими процессами на полигонах и непрерывные стационарные наблюдения за текущим состоянием геомагнитного поля;
- мониторинг гравитационного поля Земли.

Сеть пунктов наблюдений геофизического мониторинга приведена на рисунке 9.1.

**Геофизический мониторинг**, как составная часть Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь, осуществляется в целях контроля за сейсмичностью, геофизическими и геодинамическими процессами, а также выявления повышенной тектонической активности в местах расположения экологически опасных хозяйственных объектов.

Ежегодно геофизический мониторинг проводится по направлениям:

- сейсмический мониторинг, представляющий собой систему непрерывных круглосуточных наблюдений за происходящими сейсмическими событиями естественного и искусственного происхождения в широком диапазоне энергий и расстояний;

**Сейсмологические исследования** позволяют изучать причины происхождения очагов землетрясений определять их кинематические и динамические параметры, а также оценивать степень сейсмических воздействий, их опасность и риск для народнохозяйственных объектов; создание систем наблюдений; разрабатывать методы предсказания землетрясений.

*Обзор сейсмичности территории Беларуси.* В 2012 г. сейсмологические наблюдения проводились в непрерывном режиме на следующих пунктах наблюдений: геофизических обсерваториях «Плещеницы», «Нарочь» и сейсмических станциях «Солигорск», «Полоцк», «Могилев», «Литвяны». Наблюдения осуществляются в Центре геофизического

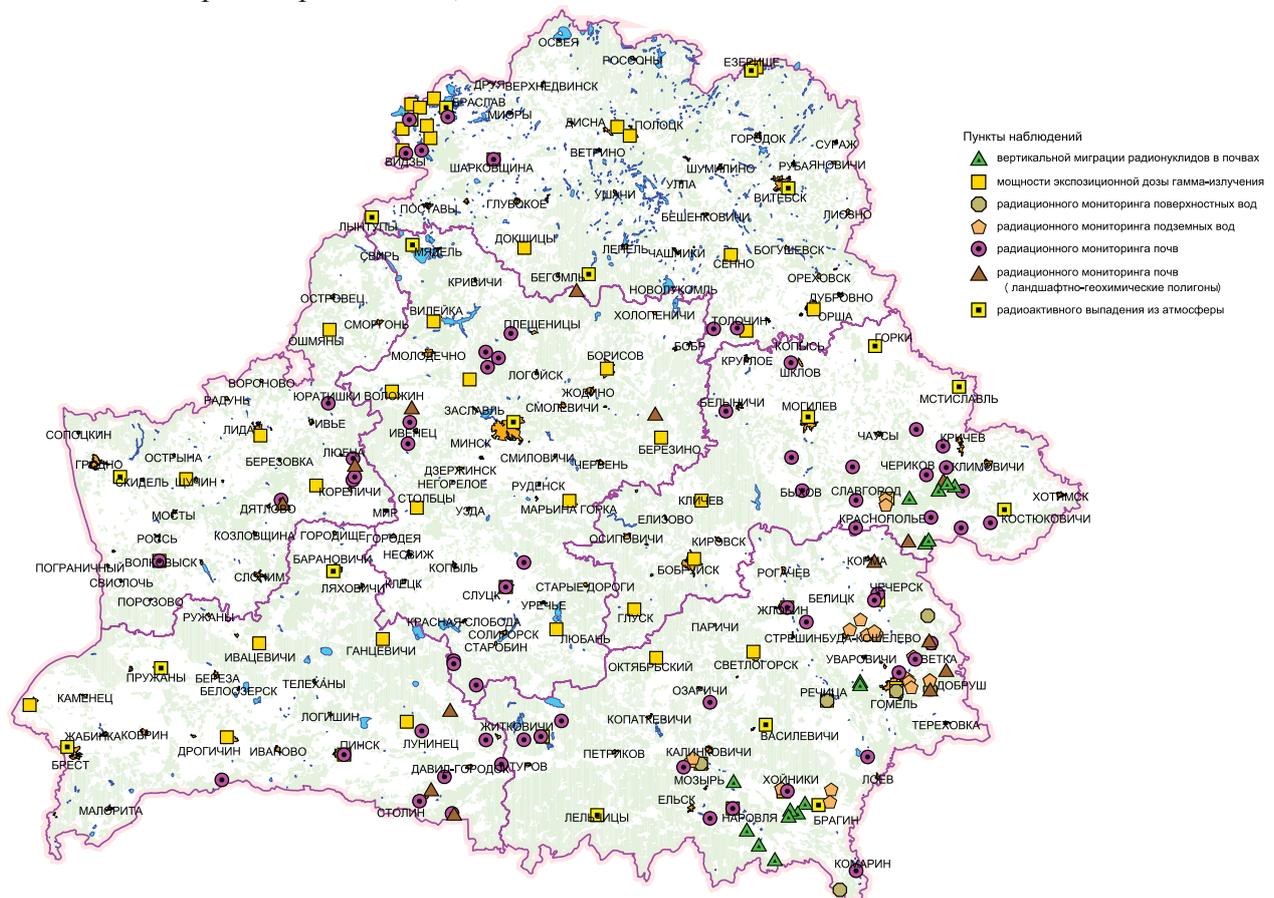
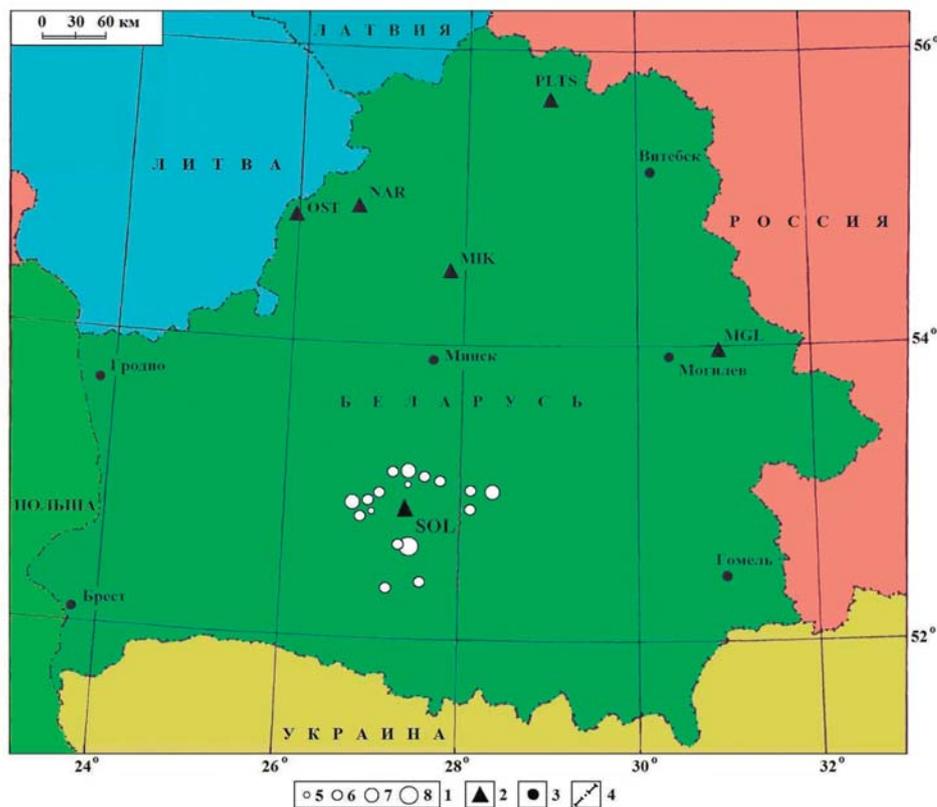


Рисунок 9.1 – Сеть пунктов наблюдений геофизического мониторинга (по состоянию на 01.01.2013 г.)

мониторинга НАН Беларуси. Первичная обработка полученной сейсмической информации заключается в определении моментов вступления, знаков и чёткости вступлений сейсмических волн; определение сейсмических волн; измерении амплитуд и периодов сейсмических волн. Обработка сейсмической информации осуществлялась в трёх режимах: срочном (составление и подача сводки срочных донесений о сильном или ощутимом землетрясении в течение часа после регистрации события); оперативном (более полная обработка сейсмических событий за истекшие сутки); режиме станционной обработки данных с составлением ежедекадных бюллетеней. Обработанные данные формировались в обзоры сейсмичности.

В 2012 г. сеть сейсмических станций зарегистрировано и обработано 1097 землетрясений в разных регионах Земли в широком диапазоне энергий и эпицентральных расстояний, из них 157 землетрясений с магнитудой  $M \geq 6,0$ , в том числе 17 событий с  $M \geq 7,0$ . Самое сильное землетрясение с магнитудой  $M=8,5$  произошло 11 апреля (08h38m UTC) у западного побережья Северной Суматры, Индонезия.

В результате анализа и обобщения сейсмологических данных (бюллетени сейсмических станций Беларуси) составлен каталог землетрясений территории Беларуси за 2012 г., который содержит сведения о кинематических и динамических параметрах землетрясений и включает 17 сейсмических событий энергетического диапазона  $K=5,0-8,2$  (этот диапазон характеризуется слабой сейсмической активностью с магнитудным потенциалом  $M=0,5-2,3$ ). Согласно зафиксированным данным землетрясение с наименьшим энергетическим классом произошло 22 октября в 02<sup>h</sup>16<sup>m</sup>, а с максимальным – 8 марта в 11<sup>h</sup>25<sup>m</sup>. На рисунке 9.2 приведена карта эпицентров сейсмических событий, составленная на основе каталога землетрясений Беларуси за 2012 г. Размер окружностей на карте соответствует землетрясениям энергетических классов  $K=5-8$ . Основная часть сейсмических событий приурочена к зоне сочленения северо-западной части Припятского прогиба и Белорусской антеклизы, включая Солигорский горнопромышленный район и окружающую его территорию. Ощутимых землетрясений в 2012 году на территории Беларуси не зарегистрировано.



1 – энергетический класс  $K=5-8$ ; 2 – сейсмическая станция; 3 – город;  
4 – государственная граница

Рисунок 9.2 – Карта эпицентров сейсмических событий территории Беларуси, 2012 г.

В 2012 г. наблюдалось понижение (в 1,19 раза) уровня выделившейся суммарной сейсмической энергии  $\Sigma E=0,2517 \cdot 109 \text{ Дж}$ , по сравнению с 2011 г. ( $\Sigma E=0,2987 \cdot 109 \text{ Дж}$ ). Зафиксированный уровень сейсмической энергии меньше (в 9,34 раза) среднего многолетнего (1983-2011) значения  $\Sigma E=2,3498 \cdot 109 \text{ Дж}$ . Количество произошедших в 2012 г. сейсмических событий (17) также меньше (в 1,12 раза), чем в 2011 г. (19), и меньше (в 2,53 раза) среднего многолетнего значения ( $N_{\Sigma}=42,97$ ). Распределение числа землетрясений и суммарной выделившейся сейсмической энергии по месяцам за 2012 г. представлено на рисунке 9.3. Высвобождение энергии происходило неравномерно в течение года. Максимальное выделение сейсмической энергии ( $0,1585 \cdot 109 \text{ Дж}$ ) наблюдалось в марте и было связано с произошедшим сейсмическим событием энергетического класса  $K=8,2$ , а минимальные значения отмечены в апреле и мае. Максимальное число произошедших сейсмических событий (3) зафиксировано в октябре (диапазон энергетических классов  $K=5-6$ ), не зарегистрировано событий в апреле и мае.

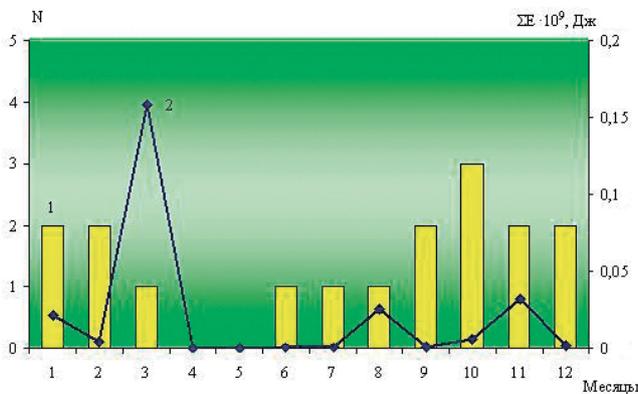


Рисунок 9.3 – Месячные значения числа сейсмических событий (1) и величины их суммарной сейсмической энергии (2) за 2012 г.

На рисунке 9.4 показана частота реализации всех сейсмических событий за 2012 год в течение суток с периодами повышения числа событий в ночное время – 03<sup>h</sup> и в дневное время – 9<sup>h</sup> и 10<sup>h</sup>. Анализ частоты реализации сейсмических событий в разные годы не выявил четкого проявления максимумов числа событий в определенное время суток.

*Обзор сейсмичности Европы и смежных областей.* Всего на территории Европы и смежных областях в 2012 г. зарегистрировано 534 землетрясения с магнитудой

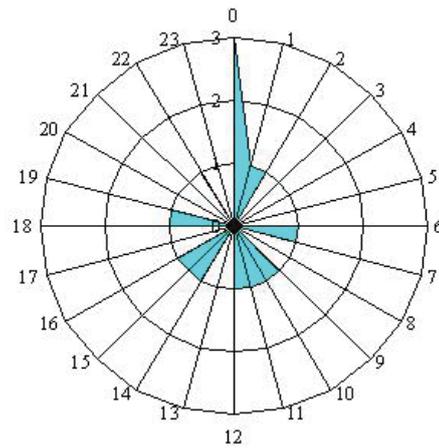


Рисунок 9.4 – Распределение сейсмических событий 2012 г. по часам суток  $M \geq 3,0$ , из них 168 событий с  $M \leq 5,0$  (рис. 9.5). Самое сильное землетрясение с магнитудой  $M=6,4$  произошло 11 августа (12h34m) в пограничной области Армения-Азербайджан-Иран. На Европейском континенте наибольшая плотность эпицентров землетрясений наблюдалась в Альпийском сейсмоактивном поясе. В пределах этого пояса выделилась основная часть суммарной сейсмической энергии за год, остальная ее часть относится к внутриконтинентальной и океанической частям. Большая часть очагов землетрясений (513) располагалась на глубине  $h \leq 70$  км, остальные (21) формировались в диапазоне глубин 71-400 км.

В течение года наименьшее количество землетрясений (25) произошло в феврале, а наибольшее (117) – в мае, связанное с сейсмической активностью в пограничной области Армения-Азербайджан-Иран (рис. 9.6). В 2012 г. отмечено на 16 землетрясений меньше, чем в 2011 г. (550) и больше (в 1,15 раза) среднего многолетнего значения (462,67) за 18 лет (1994-2011 гг.).

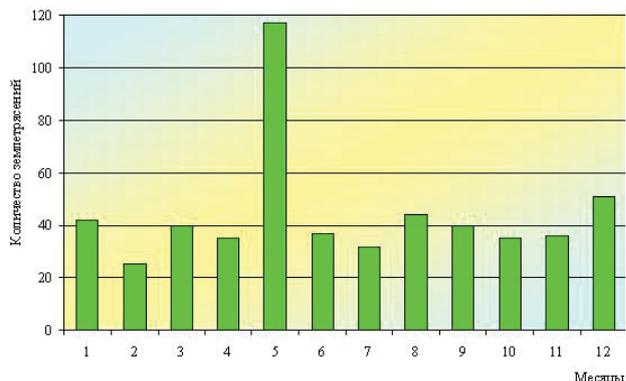


Рисунок 9.6 – Количество землетрясений на территории Европы с  $M \leq 3,0$  в 2012 г.

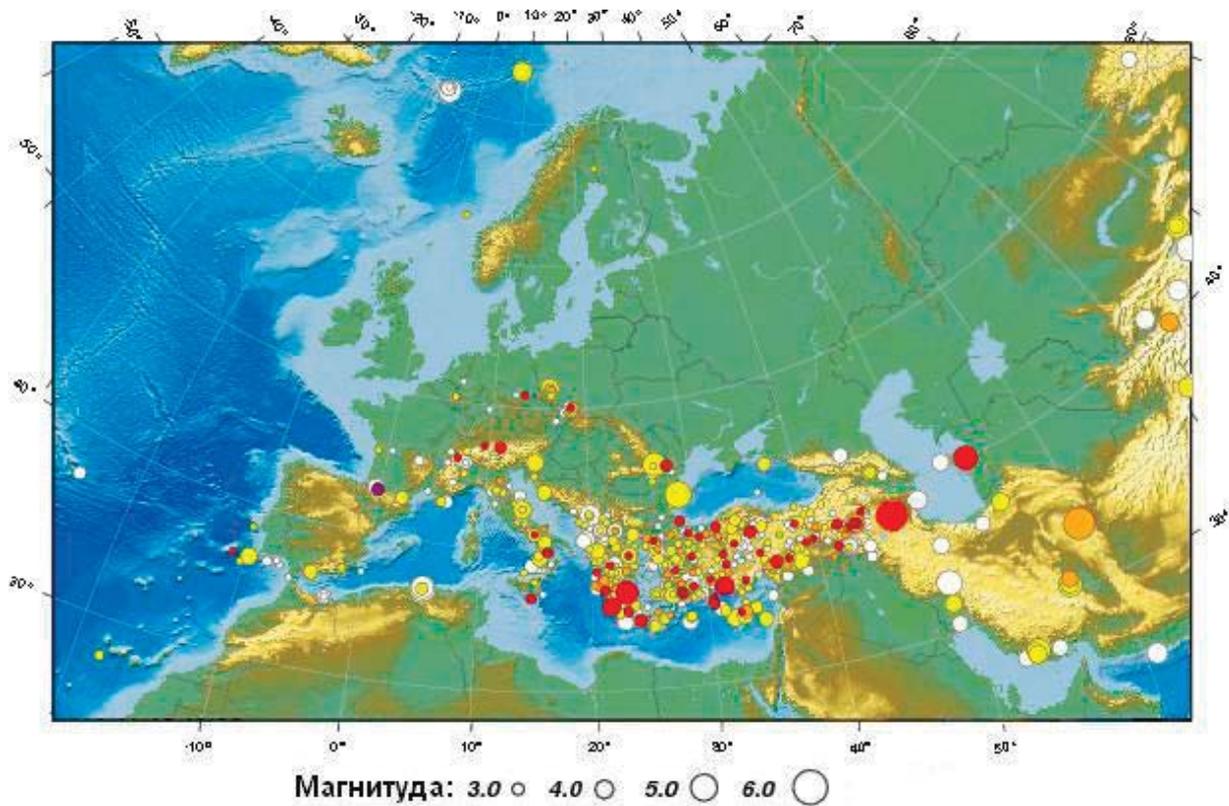


Рисунок 9.5 – Карта эпицентров землетрясений Европы и смежных областей с  $M \geq 3,0$  за 2012 г.

Геомагнитные исследования, направленные на изучение векового хода составляющих магнитного поля Земли, проводятся в Беларуси на геофизической обсерватории «Плещеницы». Как и в предыдущие годы, непрерывные геомагнитные наблюдения в 2012 г. проводились феррозондовым магнитометром LEMI-022, который регистрирует изменения во времени горизонтальных – X и Y, вертикальной – Z составляющих в декартовой системе координат.

По данным вариационных наблюдений ежемесячно составлялся обзор состояния геомагнитного поля, который включает таблицы среднечасовых и среднесуточных значений элементов геомагнитного поля (H, Z и D), таблицы возмущённости геомагнитного поля по трёхчасовым интервалам значений 9-балльной шкалы K-индексов, описания магнитных бурь и их характеристик.

В результате анализа и обобщения геомагнитных данных за 2012 г. составлены таблицы трёхчасовых значений K-индексов по H, D и Z компонентам геомагнитного поля. Проведено вычисление среднемесячных значений суммарных K-индексов. Распределение среднемесячных суммарных значений K-индексов в течение года проходило

неравномерно (рис. 9.7). Максимальное среднемесячное суммарное значение K-индексов отмечено в марте (21,4), а минимальное – в декабре (9,8). Среднегодовое значение (16,63) суммарных K-индексов за 2012 г. немного больше (в 1,07 раза), чем в 2011 г. (15,49) и меньше (в 1,09 раза) среднего многолетнего значения (18,11) за 27 лет (1985-2011 гг.).

В течение года геомагнитной обсерваторией зарегистрированы и обработаны 33 магнитные бури, из них 20 малых бурь (M), 9 умеренных бурь (У) и 4 большие бури (Б) (табл. 9.1). Наибольшее количество магнитных бурь (5) произошло в марте и сентябре,

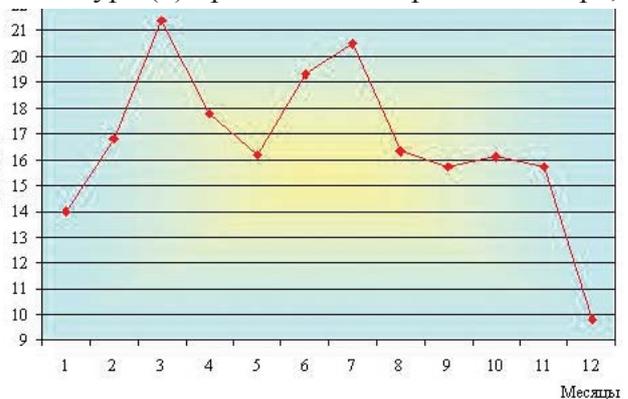


Рисунок 9.7 – Изменение среднемесячных значений суммарных K-индексов в 2012 г.

Таблица 9.1 – Геомагнитные бури, зарегистрированные геомагнитной обсерваторией «Минск» (Плещеницы) в 2012 г.

№ бури	Время					Амплитуда за время бури, нТ			Активные периоды				Продолжительность, час	Характеристика
	начало			конец		D	H	Z	начало		конец			
	день	час	мин	день	час				день	час	день	час		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Январь</i>														
1	22	08	04	23	09	184	156	85	22	16	23	01	25	У
2	24	14	15	26	04	98	116	45	24	15	24	23	37	М
									25	09	25	16		
<i>Февраль</i>														
3	14	07	52	16	03	165	104	74	14	16	15	00	43	М
									15	03	15	06		
									15	18	16	00		
4	18	16	37	21	15	114	74	67	18	23	19	04	71	М
									19	22	20	04		
									20	17	21	02		
5	27	11	19	28	02	187	123	72	27	18	27	20	15	М
<i>Март</i>														
6	1	02	22	4	07	134	85	37	1	18	2	04	77	М
7	8	07	36	12	03	221	266	189	9	02	9	17	92	Б
8	12	09	08	13	08	101	93	46	12	09	12	14	22	М
									12	20	13	03		
9	15	11	42	18	07	203	148	144	15	14	15	21	67	Б
									15	16	16	23		
									17	16	18	01		
10	27	8	33	29	00	154	83	79	27	20	28	06	40	М
<i>Апрель</i>														
11	12	04	16	14	23	140	118	64	12	18	13	07	67	М
12	23	3	18	26	08	232	128	119	23	19	24	07	76	У
									24	18	25	06		
									25	16	25	23		
<i>Май</i>														
13	8	09	42	12	01	129	121	74	8	21	9	04	87	М
									9	11	10	00		
<i>Июнь</i>														
14	2	13	19	7	03	123	130	72	2	15	3	03	110	М
									3	12	3	20		
									4	09	5	01		
									5	12	5	22		
									6	12	6	21		
15	11	06	47	12	20	119	87	85	11	19	12	05	37	М
16	16	10		18	23	124	243	13	16	20	16	23	60	У
17	29	17	20	4.07	23	114	102	66	30	10	30	22	126	У
									02	11	02	20		
<i>Июль</i>														
18	5	10	47	8	03	130	102	31	5	11	5	16	64	М
									6	18	6	23		
19	8	07	52	10	20	142	186	133	9	09	9	23	60	У
20	14	18	03	17	24	271	230	198	15	07	16	00	78	Б
									16	03	16	16		
21	30	11	39	31	03	128	62	61	30	16	30	21	15	М
<i>Август</i>														
22	2	10	53	3	23	94	115	44	2	13	2	18	36	М
23	7	19	19	8	08	98	55	50	7	23	8	02	13	М
24	19	7	58	21	04	114	73	42	19	10	19	15	44	М
									19	22	20	01		
									20	12	20	21		

Продолжение таблицы 9.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Сентябрь</i>														
25	2	01	15	3	08	122	85	62	2	19	3	00	31	М
26	3	10	22	4	09	166	115	102	3	12	3	17	23	У
									3	19	3	23		
27	4	10		6	08	91	82	76	4	22	5	08	46	М
									5	15	6	04		
28	19	04	13	20	13	129	54	67	19	20	20	00	33	М
29	30	11	34	1.10	16	168	93	130	30	21	1.X	06	28	У
<i>Октябрь</i>														
30	8	05	17	10	03	211	116	144	8	20	9	11	46	Б
									9	19	10	01		
31	13	06	42	15	04	199	136	96	13	09	13	15	45	У
									13	17	13	22		
									14	18	14	23		
<i>Ноябрь</i>														
32	1	07	53	2	03	127	97	68	1	14	1	13	19	М
33	13	08	37	14	23	200	126	104	13	19	14	07	38	У
<i>Декабрь – Геомагнитные бури не зарегистрированы</i>														

в декабре бури не зафиксированы. В 2012 г. отмечено на 9 геомагнитных бурь больше, чем в 2011 г. (24) и немного больше (в 1,08 раза) среднего многолетнего значения (30,68) за 27 лет (1985–2011 гг.).

*Обзор состояния геомагнитного поля Земли* составлен по среднемесячным значениям элементов D, H, Z, T геомагнитного поля в 2012 г. На протяжении всего года отмечался рост значений элемента D с небольшим снижением в феврале, мае и сентябре. Максимальное значение (474,9) элемента D отмечено в декабре, а минимальное – в феврале (468,7). Среднегодовое значение (472) элемента D больше (на 122,17) среднего многолетнего значения (349,83) за 52 года (1960–2011 гг.).

Распределение значений элемента H в течение года проходило неравномерно. Снижение отмечено в феврале-марте, июне-июле и сентябре-октябре, а рост значений наблюдался в апреле-мае, августе и ноябре-декабре. Максимальное значение (17787) зафиксировано в мае, а минимальное – в марте (17766). Среднегодовое значение (17777) элемента H меньше (на 48,38) среднего многолетнего значения (17825,38) за 52 года (1960–2011 гг.).

На протяжении всего года отмечался рост значений элемента Z с небольшим снижением в апреле-мае, августе и декабре. Максимальное значение (47784) отмечено в ноябре, а минимальное – в январе (47746).

Среднегодовое значение (47765,58) элемента Z больше (на 801,89) среднего многолетнего значения (46963,69) за 52 года (1960–2011 гг.).

В течение года увеличивалось значение элемента T (полный вектор напряженности магнитного поля Земли) с небольшим снижением в апреле, августе-сентябре и декабре. Максимальное значение (50982) отмечено в ноябре, а минимальное – в январе (50948). Среднегодовое значение (50966,33) элемента T больше (на 733,21) среднего многолетнего значения (50233,12) за 52 года (1960–2011 гг.).

Вековой ход среднегодовых значений элементов геомагнитного поля Земли, определяемый по данным геомагнитной обсерватории «Минск», вычислен, как разность среднегодовых значений элементов геомагнитного поля между последующим и предыдущим годами, и представлен в таблице 9.2.

По изменению наблюдаемых показателей геомагнитное поле в 2012 г. было более активным относительно предыдущего года.

Группой сотрудников «Геофизический мониторинг» Института природопользования НАН Беларуси в 2012 г. изучены характеристики гравитационного и магнитного полей в зонах пересечения полигонами разломов, периодичность аномального поведения гравитационного и магнитного полей, природа этого явления и его экологическая значимость. Получены и обработаны

Таблица 9.2 – **Вековой ход среднегодовых значений элементов геомагнитного поля Земли между 2012-2011 гг.**

Элементы	2012 г.	2011 г.	Разность
по D	7°52.0'	7°43.0'	9.0'
по H	17777	17788	-11
по Z	47766	47720	46
по T	50966	50927	39

геофизические данные, характеризующие геодинамическую активность Краснослободского, Полоцкого и Борисовского геодинамических полигонов.

**Краснослободский локальный полигон** был заложен с учетом общих требований к проведению геофизических наблюдений и сложности тектонической обстановки по линии профиля Ленино, Лядно, Новые Рачковичи, Чаплицкий Двор, Сквер, Сад 3, Сад 2, Сад 1, Танежицы, Замошье, Взгорье и Кривичи. Основная сеть пунктов расположена непосредственно на шахтном поле Краснослободского рудника, а крайние реперы профиля находились за его пределами. Центральные реперы полигона расположены непосредственно над Краснослободским разломом и на его крыльях. Такое расположение сети наблюдений обеспечивает возможность изучать процессы, обусловленные современным тектонофизическим состоянием земной коры, их влияние на тектонический

режим зоны динамического влияния Краснослободского разлома и шахтного поля при проведении горнотехнических и эксплуатационных работ.

В таблице 9.3 и на рисунке 9.8 приведены графики вариаций во времени гравитационного поля на пунктах Краснослободского полигона за период с 2005 по 2012 гг. (гравиметрические измерения проводились при минимальном ветре и минимальных колебаниях дневной температуры).

Значения приращений гравитационного поля за промежуток 2010-2012 гг. на всех пунктах наблюдений Краснослободского полигона колеблются в пределах сотых долей миллигала. Ярко выраженных локальных

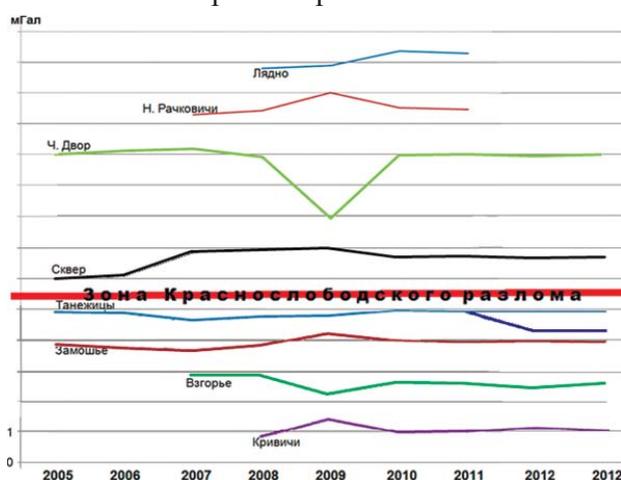


Рисунок 9.8 – Вариации гравитационного поля на пунктах профиля Краснослободского геодинамического полигона

Таблица 9.3 – **Изменения значений приращений поля силы тяжести между пунктами Краснослободского полигона**

Пункты полигона	Приращения поля силы тяжести между пунктами полигона, мГал								
	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012-1 г.	2012 г.
Ленино				0,000	0,000	0,000	0,000		
Лядно				-4,179	-4,092	-3,611	-3,683		
Н. Рачковичи			-8,710	-8,580	-8,005	-8,4805	-8,534	-8,550 (0,00)	-8,550 (0,00)
Ч. Двор	-14,020	-13,902	-13,835	-14,098	-16,095	-14,031	-14,019	-14,060	-14,011
Сквер	-3,990	-3,886	-3,117	-3,042	-2,987	-3,2935	-3,251	-3,320	-3,278
Сад 3			-0,842	-0,832	-1,072				
Сад 2	-0,157	-0,162	-0,117	0,080	0,206	0,859			
Сад 1	-0,240	-0,293	-0,293	0,281	-0,136	-0,2025			
Лесополоса							-0,625		
Танежицы	-1,085	-1,128	-1,365	-1,243	-1,22	-1,037	-1,059	-1,074 (с учет. лесопол)	-1,075 (с учет. лесопол)
Танежицы-12	-1,085	-1,128	-1,365	-1,243	-1,22	-1,037	-1,059	-1,699	-1,700
Замошье	-1,150	-1,260	-1,328	-1,162	-0,794	-0,9955	-1,056	-1,022	-1,052
Взгорье			-2,123	-2,110	-2,746	-2,365	-2,392	-2,529	-2,385
Кривичи				1,831	2,400	1,9735	1,999	2,119	2,042

процессов в зоне динамического влияния Краснослободского разлома не установлено. На протяжении всего полигона наблюдается гравитационный «штиль». Характерна общая тенденция сохранения уровня поля, кроме расположенных в техногенной зоне реперов «Взгорье» и «Кривичи». К особенностям, условно, можно отнести то, что в лежащем северном крыле (Чаплицкий Двор, Сквер) характерно увеличение значений поля, а в южном висячем (Танежицы, Замошье) – уменьшение.

Характер распространения приращений и переходы гравитационного поля, выявленные со стороны висячего и лежащего крыльев, непосредственно вблизи выхода Краснослободского разлома на дневную поверхность, связаны со слабыми приразломными тектонофизическими процессами.

Качественные магнитометрические измерения выполнялись при отсутствии грозных явлений и в одинаковых, в период измерений, геомагнитных условиях. Цикл измерений 2012 г. выполнен осенью в наиболее стабильное геомагнитное время. В день измерений вариаций отмечались небольшие геомагнитные возмущения, достигающие 1-3 баллов. Измерения и сравнительный анализ короткопериодных вариаций магнитного поля проводились на пунктах полигона относительно магнитовариационной станции «Новые Рачковичи». На многих пунктах полигона установлена тенденция поля к постоянным динамическим колебаниям различной природы (рис. 9.9). Зафиксировано несистемное проявление аномальности протекания вариаций на северном крыле Краснослободского разлома в пунктах «Лядно», «Чаплицкий Двор» и «Сквер». На южном крыле разлома аномальные процессы зарегистрированы в пунктах «Замошье», «Взгорье» и «Кривичи». К аномальным относятся вариации, протекание которых фиксируется в течение 3-8 минут с амплитудой превышения не менее 2 нТл.

Интерпретация полученных данных о вековых и короткопериодных вариациях гравитационного и геомагнитного полей, построенная на основе их взаимной коррелируемости в связи с современными тектонофизическими процессами и разломной

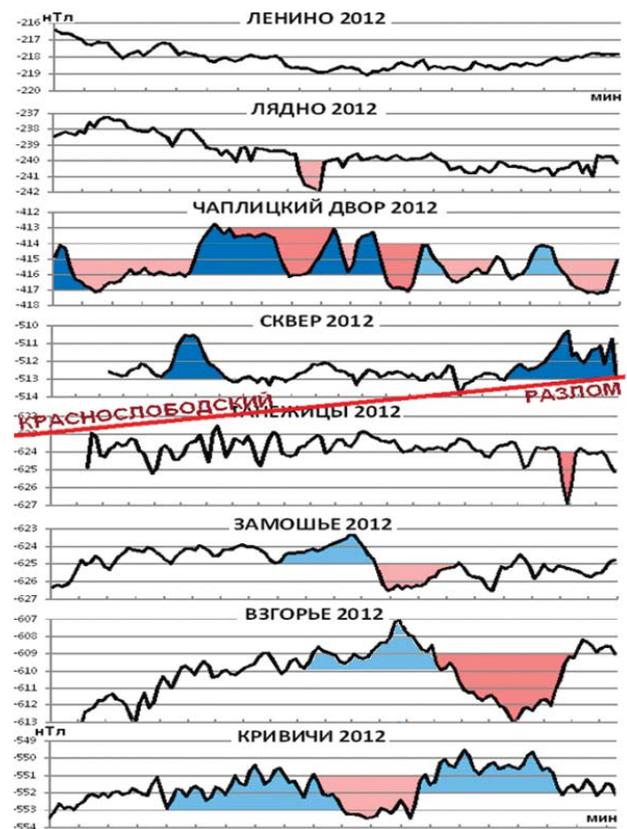


Рисунок 9.9 – Схема аномальных вариаций геомагнитного поля Краснослободского полигона

тектоникой, показывает отсутствие коррелируемости геофизических признаков динамических процессов в области разлома и на северных реперах Ленино и Лядно. Прямой связи короткопериодных дислокаций и деформаций, отражающихся в короткопериодных колебаниях гравитационного и магнитного полей в интервале Н-Рачковичи-Лядно и состояния напряженно-деформированного состояния горных пород в зоне динамического влияния Краснослободского разлома не установлено.

Нерегулярная цикличность колебаний геодинамических и развития сопутствующих геомагнитных процессов обусловлена сезонными и климатическими явлениями. Летние и осенние различия в характере короткопериодных колебаний магнитного поля, возможно, связаны с различными условиями инфильтрационных и минерализационных процессов подземной гидросферы в весенне-летний и летне-осенний периоды.

**Полоцкий локальный полигон**, созданный для изучения геодинамических особенностей Полоцко-Курземского пояса разломов, состоит из десяти геофизических реперов: Ущелепки, Селявщина, Янковичи,

Козьи Горки, Булавки, Репер 59, Заозерье, Яново, Гозберг, Завыдрино (рис. 9.10). Для детального изучения внутреннего строения Полоцкой зоны разломов и наблюдения за ее динамическим состоянием в пределах внутренней части Полоцкой зоны разломов построен Полоцкий микрополигон геодинимического мониторинга (рис. 9.11).



Рисунок 9.10 – Схема расположения пунктов Полоцкого геодинимического полигона



Рисунок 9.11 – Схема расположения пунктов Полоцкого геодинимического микрополигона

В таблицах 9.4 и 9.5 представлены ряды измерений приращений поля силы тяжести между пунктами Полоцкого полигона и микрополигона за период 2006-2012 гг.

На рисунках 9.12, 9.13 отображены изменения гравитационного поля вдоль линии профиля Полоцкого полигона и микрополигона по годам и аномально протекающие

Таблица 9.4 – Результаты измерений приращений гравитационного поля между пунктами Полоцкого локального полигона

Названия пунктов	Приращение гравитационного поля между пунктами, мГал					
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	01.2012 г.
Ущелепки	0	0	0	0	0	0,000
Селявщина	-7,888	-8,089	-9,689	-9,712	-8,231	-8,243
Янковичи	3,914	4,342	4,620	4,377	4,122	4,165
Козьи Горки	-19,728	-20,109	-23,003	-23,011	-20,204	-20,301
Булавки	2,697	2,860	3,215	3,383	2,932	2,959
59	5,815	5,911	5,475	5,900	5,354	
Круг-11						1,300
Заозерье	-30,191	-21,375	-24,122	-24,403	-21,512	-21,390
Заозерье-11	-30,191	-21,375	-24,122	-24,403	-21,512	-17,252
Яново	-7,962	-6,353	-7,234	-7,126	-6,533	-6,529
Гозберг						-1,859
Завыдрино	-1,130	-1,768	-1,89	-2,394	-1,931	- 2,297
Завыдрино-1	-1,130	-1,768	-1,89	-2,394	-1,931	-0,438

Таблица 9.5 – Результаты измерений приращений гравитационного поля между пунктами Полоцкого микрополигона

Названия пунктов	Приращение, мГал					
	2006 год	2007 год	2008 год	2009 год	2010 год	01.2012 г.
59	0	0	0	0	0	0
7130 -ЖД	-2,222	-2,254	-2,575	-2,685	-2,25	-2.522
8372 -Кир.З-д.	-1,468	-0,474	-0,686	-0,389	-0,308	-0.206
7701 -Круг	-1,713	-2,104	-1,166	-1,828	-1,58	-1.358
7873 -Склад	-0,93	-0,487	-0,13	-0,966	-0,733	-0.689
3895 -Полигон	0,957	0,85	0,497	0,686	0,424	0.299
6284 -Эстакада	-0,243	-0,67	-0,628	-0,132	-0,047	-0.017
6931 -Карьер Лв.Э	0,256	0,02	0,736	0,673	0,458	0.458
2898 -Карьер Пр.	0,713	0,608	0,197	0,975	0,669	0.681
7100 -Ельник	2,258	1,75	1,169	1,066	1,115	1.092
3902 -Рудня	0,017	0,18	0,29	0,472	0,261	0.314
5960 -Булавки	-3,068	-3,287	-4,152	-3,873	-3,434	-3.440

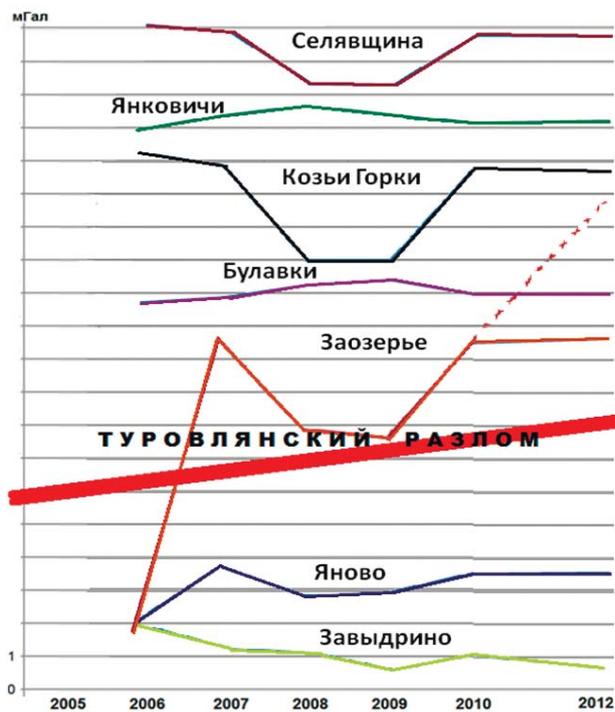


Рисунок 9.12 – Изменения гравитационного поля во времени на пунктах Полоцкого полигона

вариации во времени на отдельных пунктах в период 2006-2012 гг.

Для векового хода гравитационного поля на Полоцком геодинамическом полигоне характерно спокойное поведение. Аномальных колебаний не установлено ни на одном пункте. Вариации поля однонаправленные, годовые отклонения в пределах сотых, реже десятых долей миллиГалла. В зоне динамического влияния Туровлянского разлома, реперы Заозерье и Яново, отмечается трехгодичный положительный тренд. На

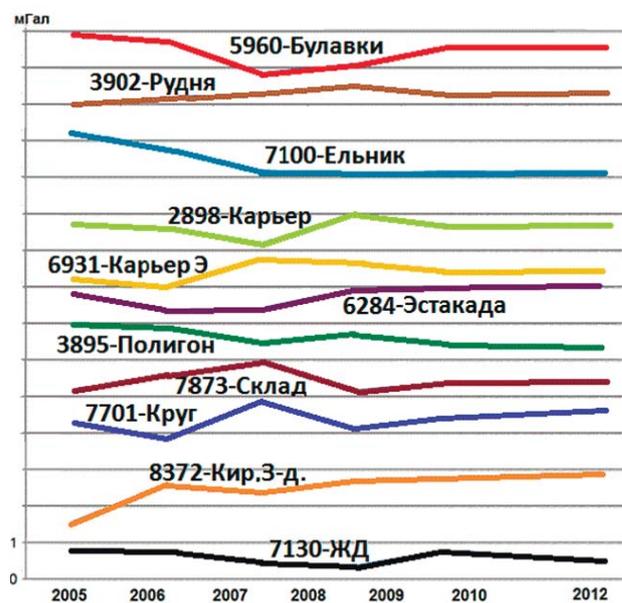


Рисунок 9.13 – Изменения гравитационного поля во времени на пунктах Полоцкого микрополигона

остальных ближайших реперах для того же периода зафиксирован спад гравитационного поля. «Спокойное» поле характерно для внутренней зоны на репере Булавки, спад поля – на северном крыле (Селявщина и Козьи Горки) и положительное приращение гравитационного поля – на реперах южного крыла Заозерье и Яново.

Вековой ход гравитационного поля на Полоцком геодинамическом микрополигоне за время наблюдений без аномальных колебаний. Ввиду близкого расположения реперов и высокой техногенной нагрузки вывод о геодинамической природе изменений

гравитационного поля по приращениям между реперами неоднозначны. По серии наблюдений за вариациями во времени (2008-2009 гг.) на соседних пунктах установлено природное аномальное отклонение колебаний в положительную сторону до 0,7-0,8 мГал. Причем общая тенденция изменения поля – положительный тренд в течение последних 3-4 лет устойчиво проявилась в пунктах 8732-Кирпичный завод, 7701 – Круг, 7873 – Склад, которые располагаются вблизи развязки автомобильных дорог Витебск – Даугавпилс, Россоны – Лепель и направлений Дретунь, Верхнедвинск, Боровуха.

Магнитометрические исследования в режиме мониторинга на Полоцком полигоне проводятся один раз в год. Анализ и интерпретация результатов измерения приращений геомагнитного поля между пунктами Полоцкого локального полигона показали, что состояние магнитного поля в целом стабильное.

Аномального отклонения вариаций геомагнитного поля на всех пунктах полигона явно не обозначилось. Характер короткопериодных геомагнитных колебаний на пунктах полигона за период наблюдений объясняется техногенным происхождением. На рисунке 9.14 приведены результаты измерения вариаций геомагнитного поля относительно магнитовариационной станции Козьи Горки.

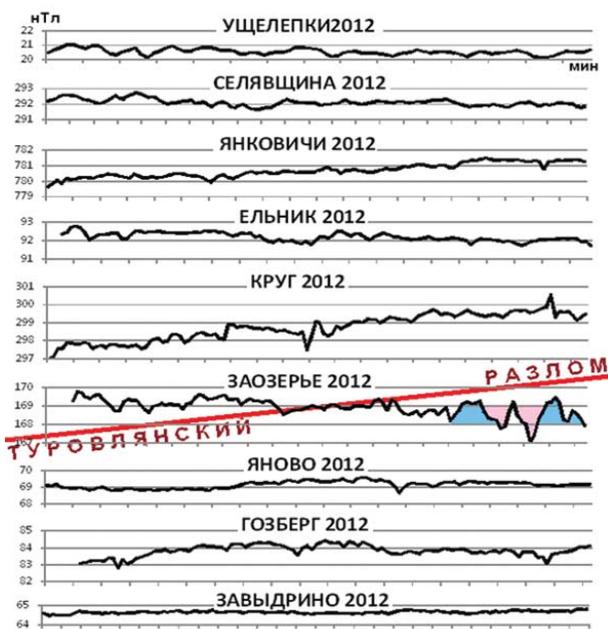


Рисунок 9.14 – Схема аномальных вариаций геомагнитного поля Полоцкого полигона

Активных процессов на севере (в северном блоке) не выявлено. Аномальное протекание короткопериодных геомагнитных вариаций не зафиксировано ни на одном из пунктов.

Отсутствие геофизических возмущений свидетельствует о том, что геофизический «штиль», связанный с сезонной и климатической цикличностью, подтверждается. Процессы, характерные для тектонической активизации локальных разломов, зарегистрированы на репере Заозерье. Геомагнитные короткопериодные (3-5-минутные) вариации с высоким градиентом ( $\pm 2,5$  нТл) – показатель активного изменения намагниченности среды в приповерхностной части разреза. Вышеописанные геофизические аномалии, скорее всего, связаны с внутренними процессами Туровлянского разлома, активно развивающегося на современном этапе.

В южном блоке (реперы Яново, Гозберг, Завыдрино) аномальных отклонений короткопериодных геомагнитных вариаций относительно магнитовариационной станции Козьи Горки не зафиксировано. Геомагнитная активность, относительно севера, несколько более выраженная. На реперах Яново и Гозберг прослеживаются среднепериодные (15-17-минутные) малоамплитудные (не превышающие 1 нТл) аномалии.

Специальные долговременные наблюдения магнитного поля были выполнены на отдаленном репере Завыдрино. Отсутствие корреляции хода вариаций магнитного поля на репере Завыдрино и других реперах южной части полигона свидетельствует о том, что точка принадлежит другому геоэлектрическому блоку, геодинамически не связанному с Полоцкой зоной разломов.

По интерпретации полученных данных о вековых и короткопериодных вариациях гравитационного и геомагнитного полей, построенной на основе их взаимной коррелируемости в связи с современными тектонофизическими процессами и разломной тектоникой на Полоцком полигоне, явно выделяются северный и южный локальные блоки, характеризующие динамическое состояние северной и южной частей Полоцкой зоны разломов. По отсутствию коррелируемости

геофизических признаков динамических процессов прямой связи короткопериодных дислокаций и деформаций, отражающихся в короткопериодных колебаниях гравитационного и магнитного полей с напряженно-деформированным состоянием горных пород между северной и южной частями Полоцкой зоны разломов, не установлено. Северный блок стабилен от г. Полоцк до г. Россоны. В южном блоке активность сохранилась в представленной узкой полосой зоне динамического влияния Туровлянского разлома. Для локализации изучения Туровлянского разлома построен и введен в систему наблюдений репер Гозберг (вместо малоинформативной отдаленной точки Заозерье).

**Локальный Борисовский геофизический полигон** заложен в 2010 г. в пределах Минской и Витебской областей от п. Бобр до г. Толочин вдоль шоссе Е30 для изучения геодинамического состояния глубинного Чашникского разлома. Параллельно трассе профиля полигона проходит газопровод Ямал-Европа. Характер динамики магнито-стрикционных и дилатационных процессов в месте пересечения глубинного Чашникского разлома и нитки газопровода представляет область повышенного интереса и повышенной опасности. Исследования проводятся гравиметрическими и магнитными измерениями вдоль линии профиля (пять пунктов наблюдений: Шейка, Плиса, Граница, Сани, Калюги), проходящей вкострест простираения разлома.

Выполнен трехгодичный цикл высокоточных геодинамических гравиметрических и магнитометрических наблюдений на геофизических реперах полигона в аспекте изучения вариаций полей во времени (табл. 9.6).

Таблица 9.6 – Результаты измерений приращений поля силы тяжести между пунктами Борисовского полигона

Названия пунктов	Приращение, мГал		
	2010 год	2011 год	2012 год
Шейка	0,000	0,000	0,000
Плиса	-6,454	-6,446	-6,321
Граница	5,133	5,129	5,114
Сани	5,473	5,467	5,452
Калюги	-1,226	-1,147	-1,207

Данные измерений свидетельствуют о том, что ярко выраженных аномальных отклонений не наблюдается. Годовые вариации гравитационного поля во времени на пунктах Борисовского полигона не превышают десятых долей мГала или находятся в пределах точности прибора. Характер изменений гравитационного поля соответствует спокойному геодинамическому состоянию платформенного тектонического режима.

Какой-либо ярко выраженной тенденции изменения гравитационного поля не просматривается (рис. 9.15). В пределах полигона сохраняется спокойная геофизическая обстановка, зафиксированная на других полигонах НСМОС и характерная для сезона 2010-2011-2012 гг.

К особенностям, с высокой степенью условности, на основании данных, полученных в идентичных сезонно-климатических условиях на Краснослободском полигоне, можно отнести тот факт, что уменьшение (Калюги, Сани) может быть признаком висячего крыла, а увеличение значений в юго-западном направлении (Плиса), соответственно, лежащего. Таким образом, падение Чашникского разлома предположительно, восточное.

Короткопериодные вариации магнитного поля в пределах Борисовского полигона амплитудой более 2 нТл и с периодом 4-5



Рисунок 9.15 – Вариации гравитационного поля на пунктах Борисовского полигона

минут проявились на реперах Сани и Плиса, которые расположены в пределах расчетной зоны динамического влияния Чашникского разлома. Характер кривой, амплитуда и период короткопериодных колебаний магнитного поля указывают на локализацию источника электромагнитных излучений средней глубинности (рис.9.16).

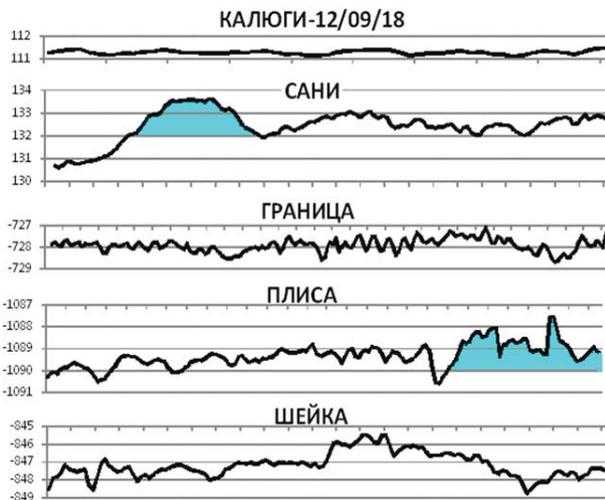


Рисунок 9.16 – Короткопериодные колебания магнитного поля во времени на пунктах Борисовского полигона

По характеру аномальных отклонений величин вариаций между пунктами Борисовского полигона предварительно можно сделать выводы, что крайние пункты (Шейка – Калюги) расположены в геоэлектрически различных блоках.

Отражением геодинамики Чашникского разлома может быть то, что на крыльях разлома происходит симметричное проявление процессов гравитационной и магнитной активности, характеризующих лежачее и висячее крылья разлома. В эпицентре разлома геодинамическая стабильность. «Геофизическая» симметрия плеч ближней зоны динамического влияния относительно внутриразломной стабилизации и слабо-контрастные проявления аномальных изменений геофизических параметров – показатели нормальных процессов, происходящих при минимальной активизации глубинного разлома. Вышеназванные геофизические эффекты отражают процессы, происходящие в теле разлома на средних глубинах, не связанных с зоной активного поверхностного водообмена (т.к. количество проведенных циклов измерений мало, то характеристика

динамического состояния Чашникского разлома пока считается предварительной).

Анализ материалов полевых наблюдений геофизического мониторинга показывает, что в зонах изучаемых глубинных разломов в настоящее время протекают тектонофизические процессы такой мощности, которые могут вызвать существенные возмущения в верхней части геологического разреза. Обобщение результатов изучения хода гравитационного и геомагнитного полей во времени на полигонах геодинамического мониторинга в 2012 г. свидетельствует о том, что блоковая часть Беларуси в геомагнитном отношении инертна. Модель интерпретации данных мониторинга, основанная на связи сезонности процессов деформирования пород в зоне активного водообмена грунтовых вод, с вариациями геофизических полей в пределах разломов нашла очередное подтверждение, продолжение и возможность совершенствования:

- в вариациях геофизических полей, изучаемых в заданном интервале времени, отразился спектр тектонофизических процессов, происходящих в интервале средних, малых глубин и в приповерхностной части;
- тектонофизический и геофизический «штиль» – это отражение последовательности и повторяемости процессов дилатационной и геоэлектрической стабилизации приповерхностной зоны активного водообмена вследствие сухих сезонов 2010-2012 гг.;
- «заглубление» симметрично развивающихся разломных геодинамических процессов указывает на замирание приповерхностных литохимических процессов;
- установленная связь сезонно-климатических процессов деформирования пород и вариаций геофизических полей при изменении внешних условий может переходить в иную геосферу и периодичность.