

Результаты работы ЛПАР, 2014 г.

В рамках выполнения НИР по теме “Разработка аппаратно-программных средств и основ технологий электромагнитного мониторинга геодинамических процессов в сейсмоактивных зонах и оценки их опасностей” (Гос. задание, тема № 0155-2014-0004) в ЛПАР продолжались работы по разработке современного аппаратно-программного измерительного комплекса для проведения электромагнитных зондирований земной коры методами ЗС (ЗСБ) с применением шумоподобных сигналов (ЭРК ШПС).

Проводились работы по усовершенствованию математической модели разрабатываемого измерительного комплекса. Начаты лабораторные и полевые эксперименты с разработанным и изготовленным в 2012 – 2013 гг. макетным образцом ЭРК ШПС (рис. 1).

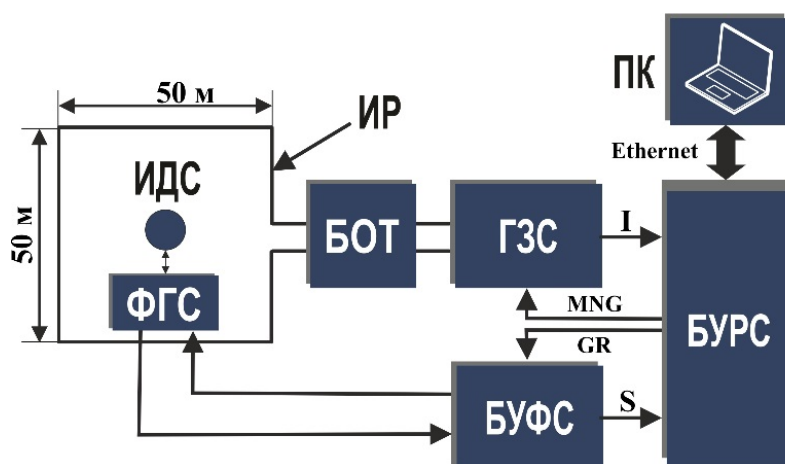


Рис. 1 Структурно-функциональная схема и внешний вид электроразведочного измерительного комплекса с шумоподобными сигналами:

ИР – индукционная зондирующая рамка (7), ИДС - индукционный датчик сигналов (4); БУРС - блок управления и регистрации сигналов (1); БУФС - блок усиления и фильтрации сигналов (2); ГЗС - генератор зондирующих сигналов (5); БОТ - блок ограничения тока (6); ФГС - формирователь градуировочных сигналов (3); ПК - персональный полевой компьютер, Notebook (8)

Полученные результаты

1.Разработана усовершенствованная математическая модель электроразведочного измерительного комплекса, учитывающая реальные технические характеристики элементов и узлов комплекса.

Моделировалась работа всех частей измерительного комплекса, включая исследуемый объект (земную кору). Особое внимание было уделено моделированию работы аналого-цифрового преобразователя и помех “пролезающих” от цифровой части схемы измерительного комплекса в аналоговый измерительный тракт через паразитные электрические цепи.

На математических моделях показано, что в режиме зондирования детерминированными импульсными последовательностями при синхронном накоплении зарегистрированных сигналов и выборе длительности зондирующих импульсов и пауз между ними равной целому числу периода повторения помехи обеспечивается полное подавление всех ее гармонических составляющих. В режиме зондирования шумоподобными сигналами наилучшее подавление периодических сигналов (помех) обеспечивается при равенстве длительности используемой М-последовательности нечетному числу полупериодов

помехи.

При математическом моделировании измерительного комплекса ЭРК ШПС были обнаружены так называемые “структурные” помехи, появляющиеся после корреляционной обработки зарегистрированных сигналов. Отличительной особенностью этих помех является то, что их амплитуда не зависит от числа накоплений периодически повторяемых взаимно корреляционных функций (ВКФ), получаемых в результате корреляционной обработки зарегистрированных сигналов. Природа этих помех связана со структурой регистрируемых сигналов, отсюда их название. Наличие “структурных” помех снижает соотношение сигнал/шум на выходе измерительной системы, особенно на больших временах становления поля, где уровень полезного сигнала становится очень низким. Это обстоятельство может свести к минимуму преимущества использования ШПС в геоэлектроразведочной аппаратуре. Поэтому, задача выявления причин, приводящих к появлению структурных помех и нахождения способа их устранения или по крайней мере снижения их уровня до приемлемых значений становится первостепенной.

Показано, что к появлению структурных помех может привести наличие в зарегистрированных сигналах “пролезающих” через паразитные RC-цепи сигналов от цифровых узлов измерительного комплекса, в частности от узлов, формирующих управляющие сигналы для работы генератора зондирующих сигналов (ГЗС). При этом структурные помехи появляются только при асимметричном наложении “пролезающих” помех на сигналы отклика исследуемого объекта (земной коры), т.е. для положительных и отрицательных значений отклика должны быть разные коэффициенты суммирования “пролезающих” помех. Физически смоделировать такого рода помехи довольно сложно, поэтому необходим дальнейший поиск и анализ причин появления структурных помех с использованием, как средств математического, так и физического моделирования.

2. Разработаны и изготовлены два новых датчика сигналов: индукционный датчик с большой постоянной интегрирования (τ 3 сек) и активная индукционная рамка с апериодической переходной характеристикой.

Изготовленные новые датчики предназначены для проведения полевых работ с измерительным комплексом ЭРК ШПС и обеспечивают качественное сравнение получаемых технических характеристик для двух режимов работы измерительного комплекса: индукционный датчик при работе в режиме с шумоподобными сигналами (режим ШПС); активная индукционная рамка при работе в режиме с детерминированными периодическими последовательностями импульсных сигналов (режим ПП).

3.Проведена первая серия лабораторных и полевых экспериментов на изготовленном в– 2013 годах макетном образце ЭРК ШПС.

Проводились сравнительные лабораторные и натурные эксперименты по регистрации сигналов становления поля в двух режимах работы измерительного комплекса. В лабораторных экспериментах применялись модельные сигналы, генерируемые специально изготовленным имитатором.

Результаты лабораторных и полевых экспериментов подтвердили выводы, полученные при математическом моделировании измерительного комплекса на упрощенной и усовершенствованной моделях.

Наличие “структурных” помех, проявляющихся после корреляционной обработки зарегистрированных сигналов, подтвердилось в лабораторных и полевых экспериментах.

Эксперименты показали, что уровень “структурных” помех, по сравнению с полевым сигналом на малых временах становления получается, как правило, достаточно низким,

значительно ниже уровня поля. При этом в режиме ШПС по сравнению с режимом ПП наблюдается значительно большее подавление как тональных промышленных помех частотой 50 Гц, так и широкополосного шума. В этих условиях режим ШПС измерительного комплекса выгодно отличается от типового режима ПП и использование его при проведении мало глубинных зондирований земной коры, например, в задачах поиска и разведки полезных ископаемых, является предпочтительнее.

Дальнейшие работы по созданию современного электроразведочного измерительного комплекса направлены на выявление природы (источников) структурных помех и поиск способов борьбы с ними, а также на улучшение технических характеристик создаваемого измерительного комплекса, в частности: повышение частоты дискретизации и динамического диапазона обрабатываемых сигналов (применение более скоростных и многоразрядных АЦП), расширение полосы пропускания индукционного датчика в области высоких частот при сохранении апериодического характера переходной характеристики датчика.

Результаты работы ЛПАР, (август 2015 г.)

В ЛПАР продолжены работы по созданию современного аппаратно-программного измерительного комплекса для проведения электромагнитных зондирований земной коры методами ЗС (ЗСБ) с применением шумоподобных сигналов (ЭРК ШПС).

Полученные результаты

1. Проведен комплекс лабораторных экспериментов на измерительном комплексе ЭРК ШПС с использованием специально разработанного и изготовленного имитатора сигналов.

Цель экспериментальных работ - поиск источников “структурных” помех, появляющихся после корреляционной обработки зарегистрированных сигналов.

На физических моделях сигналов, генерируемых имитатором проверялась гипотеза появления “структурных” помех из-за динамической погрешности, возникающей при работе аналого-цифрового преобразователя (АЦП) за счет неточной работы устройства выборки и хранения (УВХ) сигналов.

По экспериментальным данным построена зависимость амплитуды “структурной помехи”, получаемой после корреляционной обработки сигналов от отношения периода дискретизации сигналов (T_s) к длительности импульсов выборки АЦП (τ_s) при сохранении формы и амплитуды регистрируемых сигналов (рис. 2).

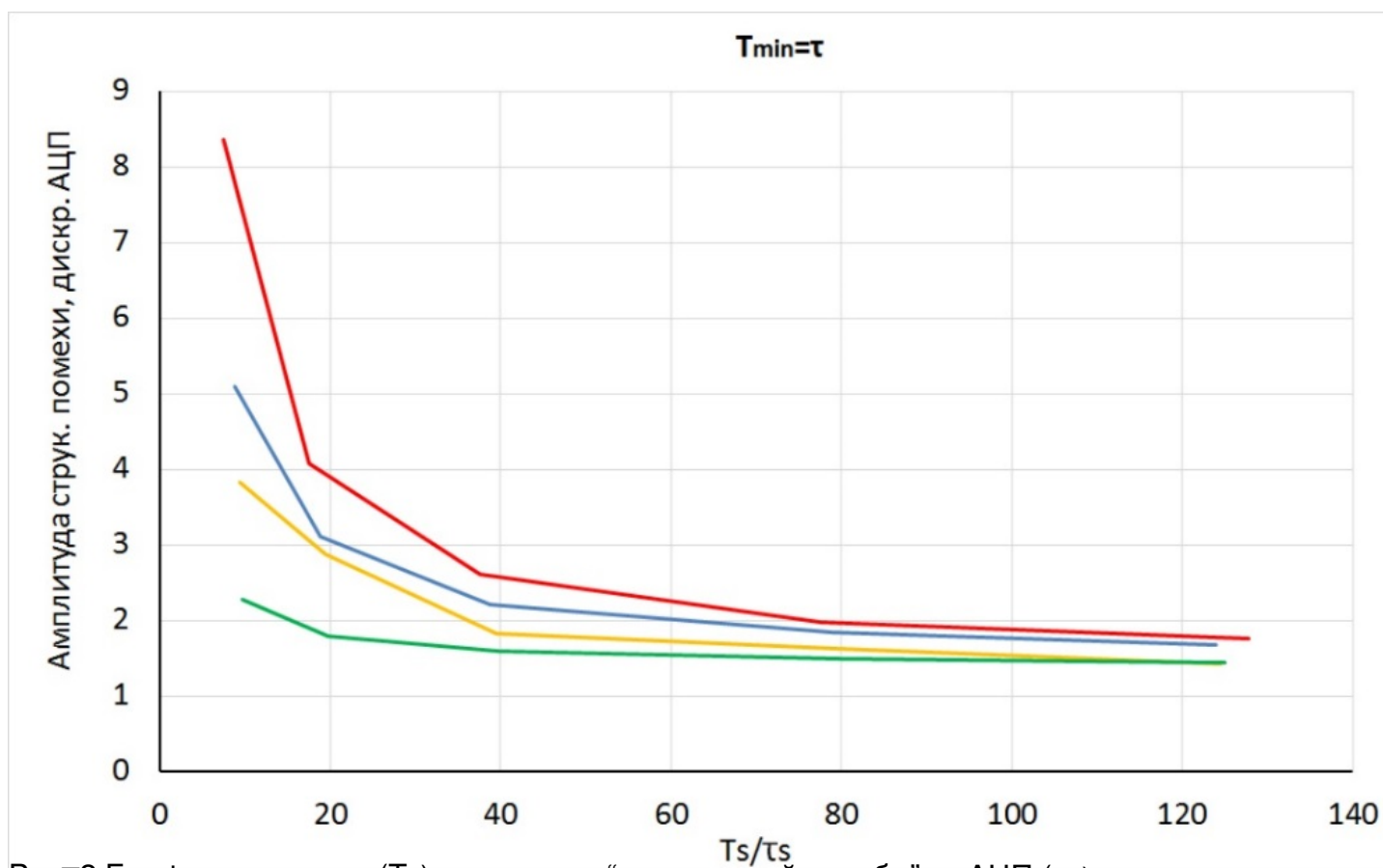


Рис. 29. Зависимость амплитуды дискретной структурной помехи от АЦП от T_s/t_s в период задержки сигнала $T_{min} = \tau$ для различных значений T_s/t_s и $T_s/t_s = 10$.