

ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
**Итоги Электронного Геофизического Года**  
3–6 июня 2009 • Переславль-Залесский, Россия

## Разработка элементов информационной системы комплексных геофизических наблюдений на территории Камчатки

Г. Н. Копылова,<sup>1</sup> В. Ю. Иванов,<sup>1</sup> и В. А. Касимова<sup>1</sup>

Получено 28 октября 2009; принято 13 ноября 2009; опубликовано 23 ноября 2009.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** геофизический мониторинг, сейсмические станции, информационная система, ГИС-проект.

**Ссылка:** Копылова, Г. Н., В. Ю. Иванов, и В. А. Касимова (2009), Разработка элементов информационной системы комплексных геофизических наблюдений на территории Камчатки, *Росс. ж. наук о Земле*, 11, RE1006, doi:10.2205/2009ES000329.

### Введение

Камчатский филиал Геофизической службы РАН (КФ ГС РАН) проводит работы по созданию системы комплексных геофизических наблюдений на территории Камчатского края. Цель работы заключается в обеспечении геофизического мониторинга и прогноза сильных землетрясений и извержений вулканов. В настоящее время здесь функционируют сети радиотелеметрических сейсмических станций и станций сильных движений, сеть GPS-станций KAMNET, пункты наблюдений за высокочастотными сейсмическими шумами и параметрами электромагнитного поля; сеть скважин, на которых проводится регистрация уровня воды и параметров химического состава подземных вод и др. Большая часть наблюдательных пунктов находится на территории Петропавловского геодинамического полигона, включающего города Петропавловск-Камчатский и Елизово, в которых проживает большая часть населения Камчатки (Рис. 1). По долгосрочному сейсмическому прогнозу в этом районе в ближайшие годы ожидается сильнейшее землетрясение с  $M \geq 7.75$  [Федотов и др., 2008], которое может сопровождаться катастрофическими последствиями для инфраструктуры и населения Камчатки.

Основными составляющими информационной системы комплексных геофизических наблюдений являются сети станций по различным видам наблюдений, телеметрические или иные средства передачи данных; система

сбора и обработки геофизической информации и оповещения исполнительных органов власти о текущей сейсмической и вулканической опасности и прогнозах сильных землетрясений и извержений вулканов [Чебров, 2006, 2008а; Чебров и Салтыков, 2008].

Важными элементами информационной системы комплексных геофизических наблюдений являются программные средства, обеспечивающие сбор и оперативный анализ данных геофизических наблюдений и возможность получения картографических материалов и других данных о состоянии наблюдательной сети. Решение первой задачи обеспечивается средствами информационной системы "POLYGON" [Копылова и др., 2003], которая используется для оперативного сбора и обработки геофизических, гидрогеологических и других данных в форме временных рядов, а также для пополнения базы данных на центральном сервере КФ ГС РАН.

Создание ГИС-проекта "Петропавловский геодинамический полигон" на базе ArcGIS решает задачу предоставления данных о конфигурации наблюдательной сети, характеристиках отдельных станций, геологических, тектонических и сейсмических условиях [Иванов и Касимова, 2009]. В настоящее время ГИС-проект включает набор тем, в т. ч. топографическую основу, гидрографию, данные о расположении пунктов по различным видам наблюдений, региональный каталог землетрясений; геологическую, тектоническую, геоморфологическую карты, схемы аномалий магнитного и гравитационного полей, а также контуры надежной регистрации землетрясений различных энергетических классов и границу планшета ответственности КФ ГС РАН. Проект также включает базу геоданных, содержащую координаты и названия отображаемых объектов, а также дополнительную информацию, представленную в таблицах и в файлах данных различных форматов.

<sup>1</sup>Камчатский филиал Геофизической службы РАН, Петропавловск-Камчатский, Россия

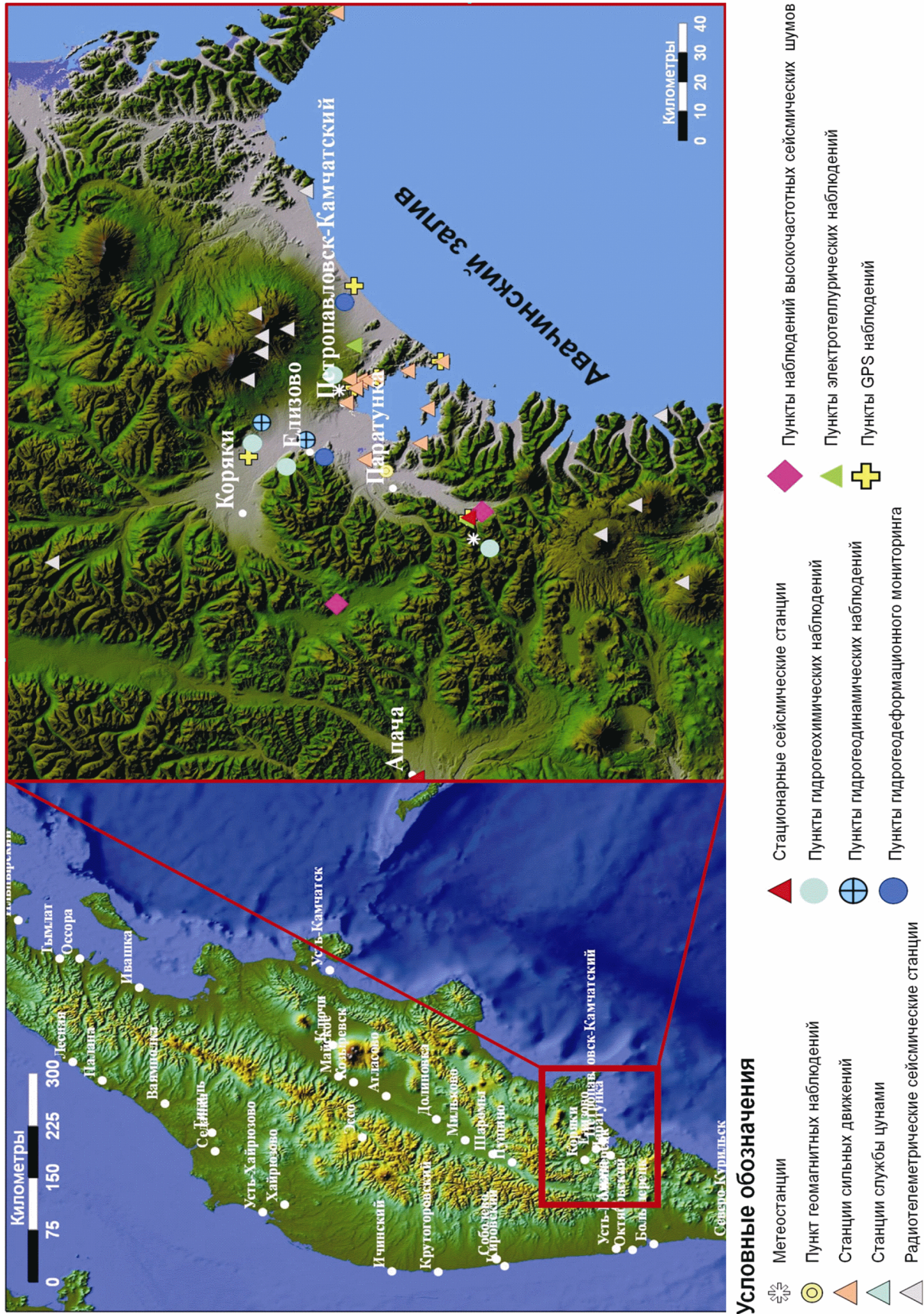


Рис. 1. Карта Камчатки (слева) и Петропавловского геодинимического полигона (справа); расположение пунктов наблюдений КФ ГС РАН и населенных пунктов. На карте слева прямоугольником выделена территория Петропавловского полигона.

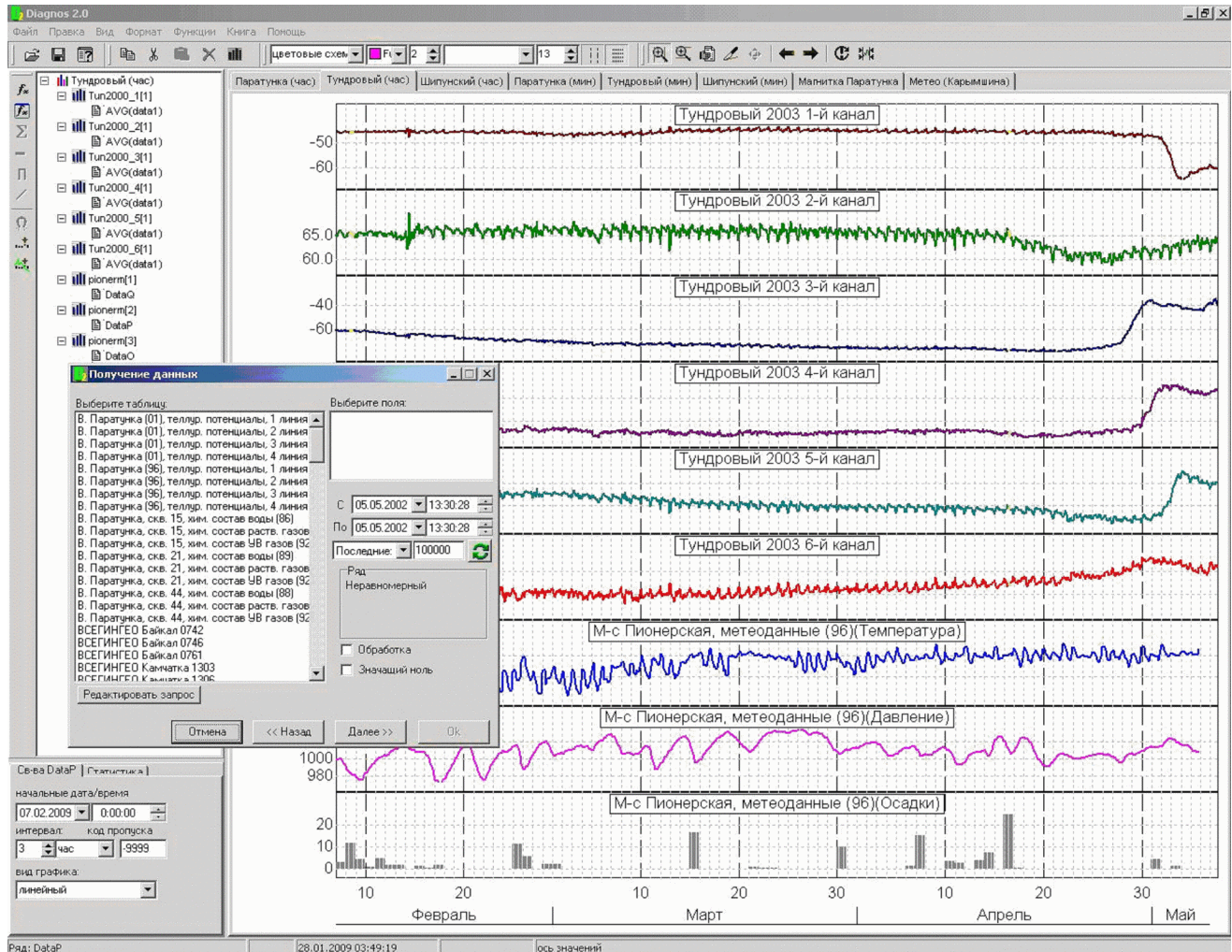


Рис. 2. Рабочее окно программы Diagnos, с помощью которой выполняется загрузка данных с сервера, просмотр и обработка временных рядов данных наблюдений.

В работе представлены возможности использования созданной ИС “POLYGON” и технологии географической информационной системы (ГИС) для решения сейсмологических, геофизических и других задач комплексного геофизического мониторинга Камчатского сейсмоактивного региона.

## ИС “POLYGON”

В результате проведения многолетнего эксперимента по регистрации разнообразных геофизических, геохимических, деформационных и других параметров мониторинга формируются временные ряды, которые используются для изучения изменений регистрируемых параметров во времени и выделения аномалий, связанных с процессами подготовки сильных землетрясений. В зависимости от распределения значений ряда во времени выделяют два типа временных рядов:

1 – равномерно распределенные временные ряды, для которых интервал между любыми двумя соседними значениями ряда является постоянной величиной (например, электротеллурические – 1 мин или 20 с, гидрогеодинамические – 1 сут или 10 мин, гидрометеорологические – 3 ч или 1 ч, геомагнитные – 1 ч и т. д.);

2 – неравномерно распределенные временные ряды, для которых временной интервал между соседними значениями ряда может меняться (например, периодичность гидрогеохимических наблюдений составляет от 1 до 6 сут, каталоги землетрясений).

Следует отметить, что в настоящее время не имеется общедоступных прикладных пакетов программ, позволяющих эффективно обрабатывать и представлять в графическом виде одновременно равномерно и неравномерно распределенные во времени временные ряды данных. Даже совместная обработка и графическое представление равномерно распределенных временных рядов, но с различным интервалом дискретизации данных, вызывает трудности, связанные с необходимостью дополнитель-

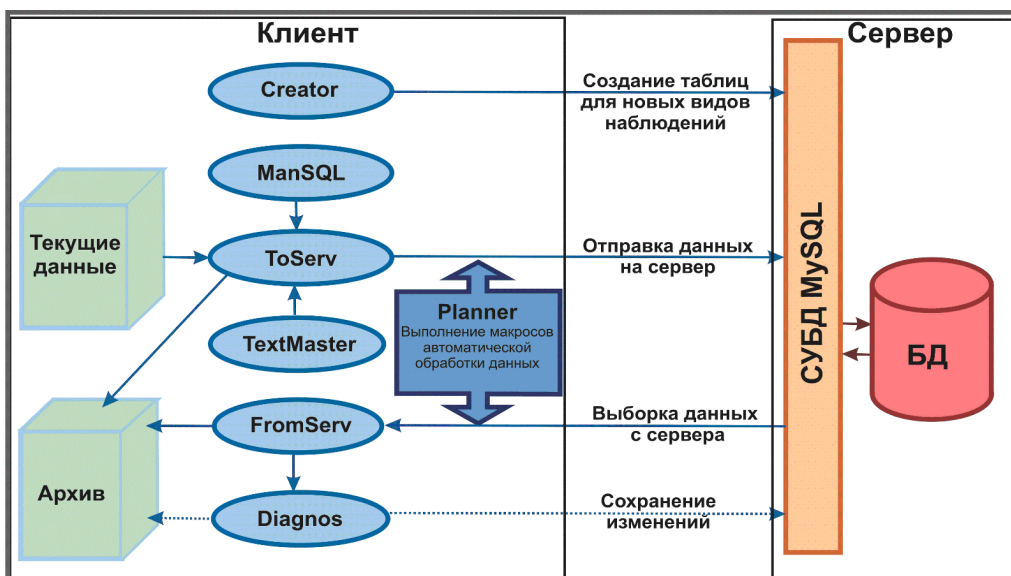


Рис. 3. Схема взаимодействия программных средств информационной системы POLYGON.

ных процедур по приведению временных рядов к единому интервалу дискретизации. Такие процедуры, включающие, как правило, осреднение значений ряда во временном окне и прореживание, ведут к потере информации для рядов с меньшим интервалом дискретизации данных. В рамках ИС «POLYGON» реализована возможность одновременной работы в интерактивном режиме с обоими типами временных рядов, в частности, их графическое построение для общего интервала времени (Рис. 2).

ИС «POLYGON» реализована в рамках архитектуры клиент-сервер на базе СУБД MySQL. ИС включает базу данных (БД), расположенную на центральном сервере КФ ГС РАН, и комплекс пользовательских программ для ввода, конвертирования, отправки на сервер и выборки с сервера, визуализации и анализа данных комплексных геофизических наблюдений (Рис. 3).

*Программное обеспечение сервера* включает операционную систему Windows и СУБД MySQL.

*Программное обеспечение клиента* включает операционную систему Windows и пользовательские программы: Creator – предназначена для создания новых таблиц в БД;

ToServ – осуществляет отправку данных на сервер;

Diagnos – просмотр и обработка данных;

Planner (планировщик) – служит для выполнения пользовательских макросов;

ManSQL – обеспечение ручного ввода данных;

Журнал – ввод, пополнение и просмотр информации о состоянии наблюдательных пунктов;

компонент Мастер Файлов – предназначен для открытия текстовых файлов и создания новых форматов;

компонент FromServ – осуществляет загрузку данных с сервера (внедрен в Diagnos).

Описание пользовательских программ. Программа Creator позволяет создавать на сервере таблицы для отдельных видов наблюдений в соответствии с форматами

файлов данных, созданных с помощью компонента Мастер Файлов. При этом в БД сохраняется информация об основных характеристиках ряда – его временном распределении (равномерное или неравномерное по времени), начальных дате/времени, интервале дискретизации данных, коде пропусков, пароли для доступа к таблице (для чтения, для записи). Создание таблиц выполняется администратором БД по требованию пользователей.

Программа ToServ использует компонент Мастер Файлов для интерпретации текстовых данных в соответствии с выбранным форматом и добавляет их в выбранную пользователем таблицу. Предусматривается проверка совместимости параметров данных с табличными данными перед их отправкой на сервер. Программа ToServ также перемещает в автоматическом режиме обработанные текстовые файлы в папку, где хранится архив данных наблюдений (обычно, у пользователей, проводящих тот или иной вид наблюдений).

Программа Diagnos служит для визуализации, обработки и анализа временных рядов. Она имеет удобный пользовательский интерфейс. В ней реализованы арифметические, статистические и другие функции для работы с временными рядами. При этом характер распределения временного ряда (равномерно распределенный или неравномерно распределенный по времени) определяет набор операций, которые можно применять к данному ряду, а также к совокупности рядов того или иного вида. Имеется возможность приведения неравномерно распределенных временных рядов к их равномерному распределению, а также возможность редактирования графиков изменения регистрируемых параметров на экране, их сохранения в виде рисунков и вывода на печать. В программу интегрирован алгоритм компенсации влияния факторов-помех (до 10) на изменения исследуемого ряда по алгоритму [Любушин, 1993]. В программу Diagnos также внедрены модули для импорта дан-

ных, содержащихся в текстовых файлах произвольных форматов и в таблицах БД. Возможность выполнения макросов автоматической обработки данных, созданных в программе Planner, позволяет пользователю в любое время просмотреть необходимый набор графиков, иллюстрирующих изменения определенного набора параметров. Пример представления данных электротеллурических наблюдений на станции Тундровая представлен на Рис. 2.

Программа Planner (планировщик) позволяет создавать, редактировать и выполнять макросы автоматической обработки данных. Она управляет другими программами комплекса и окончательно сводит автоматическое сохранение, обработку и визуализацию текущих данных к нажатию одной кнопки.

Организация автоматического пополнения БД на центральном сервере КФ ГС РАН по локальной сети всеми заинтересованными пользователями с использованием ИС "POLYGON" позволяет не только существенно увеличить скорость оперативной обработки и представления текущих данных комплексных геофизических наблюдений, но и эффективно проводить анализ ранее накопленных многолетних (архивных) данных. В настоящее время БД содержит более 50 млн. записей данных электротеллурических, гидрогеодинамических, гидрогеохимических, метеорологических, геомагнитных, деформетрических и других видов наблюдений, охватывающих временной интервал с 1971 г. по настоящее время (основной объем данных характеризует интервал времени с 1995 г.). Имеются описание ИС "POLYGON" и инструкции для пользователей.

С 2002 г. по настоящее время ИС "POLYGON" в полном объеме используется в КФ ГС РАН для обработки временных рядов данных электротеллурических гидрогеодинамических, метеорологических и других видов наблюдений. Ее отдельные компоненты, обеспечивающие доступ к БД по сети, выбор, визуализацию и обработку данных, установлены в лабораториях Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН и в других организациях, проводящих фундаментальные исследования по проблеме геофизического мониторинга и поиска предвестников землетрясений.

## ГИС-проект "Петропавловский геодинамический полигон"

При создании ГИС-проекта решались следующие задачи: 1 – сбор, организация и визуализация данных о расположении наблюдательных пунктов на территории Петропавловского полигона, их характеристиках, геолого-тектонических и сейсмических условиях; 2 – привязка топографической, геологической, тектонической, гидрогеологической и других карт к единой системе координат; 3 – реализация эффективного доступа к информации о пунктах и объектах.

При создании ГИС-проекта использовались карты рельефа полуострова Камчатка и прилегающей акватории

с батиметрией и без нее, а также различные карты территории Петропавловского геодинамического полигона с соответствующими условными обозначениями. На Рис. 4 представлены фрагменты Государственной геологической карты РФ масштаба 1:200 000, а также карты аномального магнитного поля, аномального гравитационного поля и геоморфологическая и тектоническая схемы масштаба 1:500 000 [Шеймович, 2000].

Работа с картами различного качества первоначально включала преобразование карт на бумажном носителе в электронные растровые изображения и их привязку к единой системе координат. Процесс привязки включал идентификацию опорных точек с известными координатами  $x$  и  $y$ , которые связывали их местоположение на растре и пространственно привязанные данные. Для привязки карт использовались программные средства системы ArcGIS. Привязанные растровые данные позволяют проводить их анализ совместно с другими географическими данными.

Информация об объектах и пунктах наблюдений, отображенных в ГИС-проекте, содержится в ряде публикаций, в сети Интернет [Гордеев и Чебров, 2004; Копылова, 2006; Салтыков и др., 2006; (<http://www.emsd.iks.ru/observations.php>)], а также в отчетах по НИР КФ ГС РАН. Такая информация была систематизирована в таблицах, которые включались в состав базы геоданных. База геоданных состоит из атрибутивных таблиц, растровых изображений и слоев, которые разделяются на темы и подтемы. В работе использованы темы трех видов: точечные (города, пункты наблюдений и др.), линейные (реки) и полигональные (рамка выделения Петропавловского полигона). При отображении атрибутивных таблиц предусматривалась возможность отображения их содержания полностью, а также отображение содержания по отдельным объектам. При необходимости таблицы атрибутов могут отображаться в компоновке карт.

Полученные электронные карты с расположением наблюдательных станций являются интерактивными. Это дает возможность исследовать карты, выбирая определенные участки для более подробного просмотра и получения дополнительных сведений. Благодаря наложению карт имеется возможность анализа расположения наблюдательных станций относительно тектонических, геологических условий и др. (Рис. 4 и Рис. 5). С использованием набора карт можно уточнять условия расположения объектов и характеристики их свойств.

Все наблюдательные пункты объединены в одну тему, которая содержит подтемы по различным видам наблюдений. Каждая тема представляет определенный тип объектов. В теме не хранятся реальные географические данные. Вместо этого в ней имеется указание на данные, которые хранятся в покрытиях, шейп-файлах, изображениях, таблицах и т. д. Темы в таблице содержания могут быть собраны во фреймы данных, представляющие группу тем, которые можно отображать вместе в виде самостоятельной структуры.

ГИС-проект также содержит тему, которая отображает данные о землетрясениях из регионального каталога землетрясений Камчатки и Командорских островов, составленного КФ ГС РАН. Связь ГИС-проекта и попол-

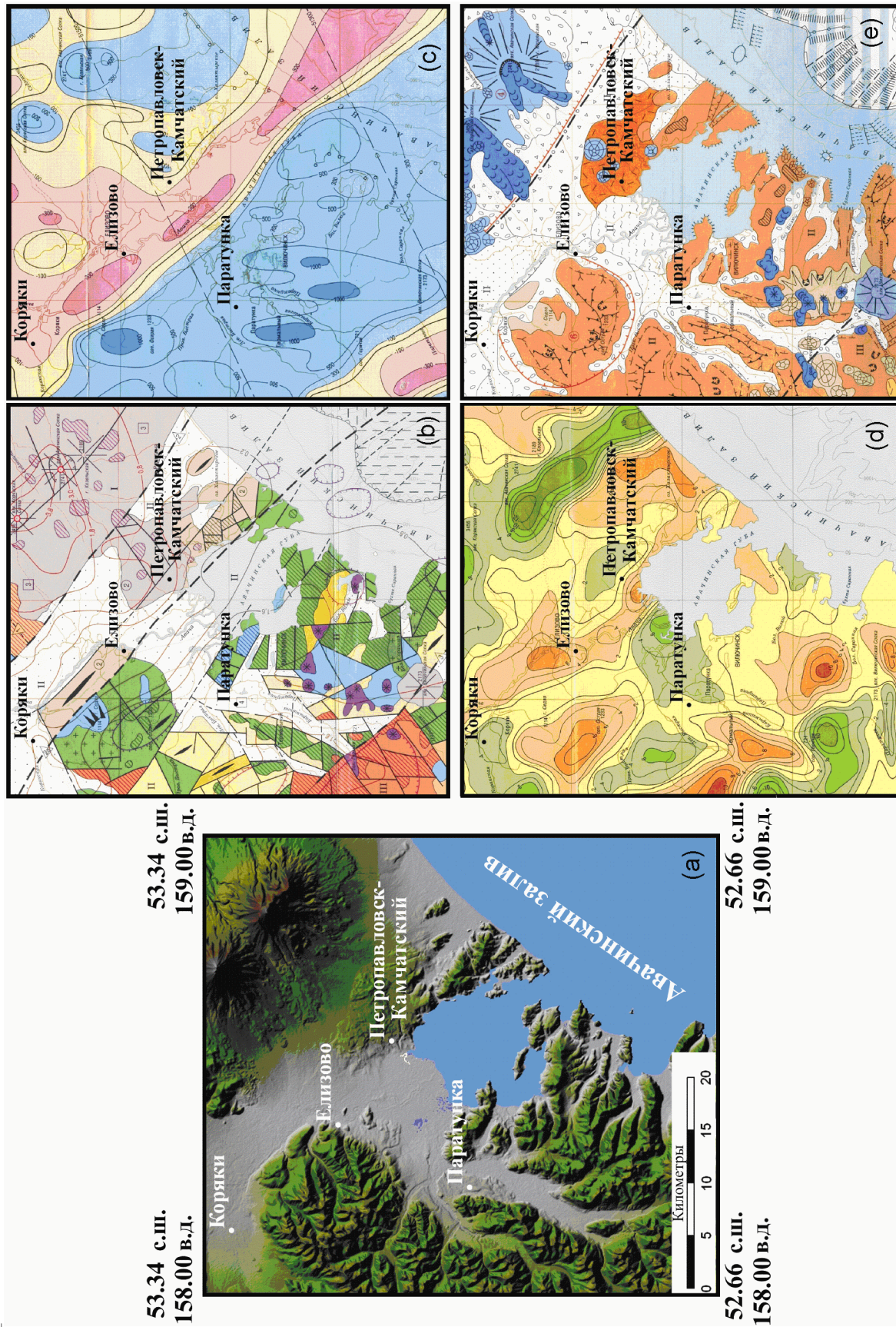
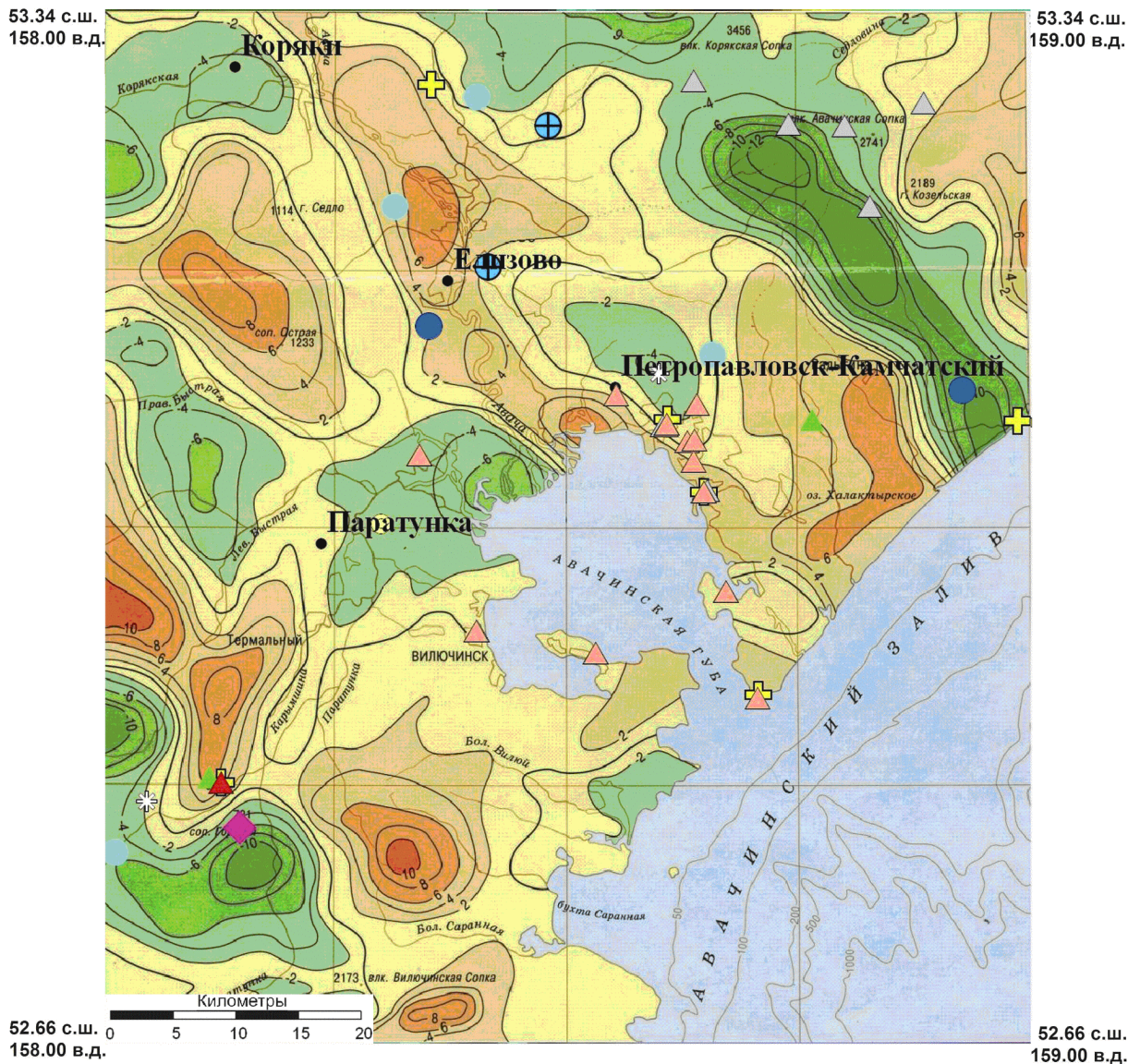


Рис. 4. Карта Петропавловского геодинамического полигона с населенными пунктами (а), тектоническая схема (б), карта аномального магнитного поля (с), карта аномального гравитационного поля (д), геоморфологическая схема (е).



**Условные обозначения**

- |  |   |  |  |
|--|---|--|--|
|  | Метеостанции                            |  | Пункты гидрогеодинамических наблюдений               |
|  | Пункт геомагнитных наблюдений           |  | Пункты гидрогеодеформационного мониторинга           |
|  | Станции сильных движений                |  | Пункты наблюдений высокочастотных сейсмических шумов |
|  | Станции службы цунами                   |  | Пункты электротеллурических наблюдений               |
|  | Радиотеллурические сейсмические станции |  | Пункты GPS наблюдений                                |
|  | Стационарные сейсмические станции       |  |  |
|  | Пункты гидрогеохимических наблюдений    |  |  |

**Рис. 5.** Карта аномального гравитационного поля Петропавловского геодинамического полигона и расположение наблюдательных пунктов КФ ГС РАН. Изолинии значений  $\Delta g$ .

няемого каталога землетрясений осуществляется по локальной сети. При обновлении каталога землетрясений осуществляется автоматическое изменение темы по землетрясениям Камчатки.

Данные в созданном ГИС-проекте хранятся в таблицах базы данных или в виде отдельных файлов, на которые осуществляются ссылки. Таблицы представляют компоненты базы данных, содержащих набор строк и

Название	с.ш.	в.д.	Код	Сеть	Высота	Приборы	Каналы	Примечание
Алаид	50,869	155,55	ALD	PTCC	-1,4	велосиметр	стандартный	есть высокочувств.
Авача	53,264	158,74	AVH	PTCC	-0,965	велосиметр	стандартный	есть высокочувств.
Байдарная	56,568	161,208	BDR	PTCC	-0,936	велосиметр	стандартный	
Безымянный-Грива	55,94	160,696	BZG	PTCC	-1,152	велосиметр	стандартный	
Безымянный	55,935	160,49	BZM	PTCC	-1,45	велосиметр	стандартный	есть высокочувств.
Цирк	56,115	160,748	CIR	PTCC	-1,45	велосиметр	стандартный	
Ганалы	53,695	157,942	GNL	PTCC	-1,2	велосиметр	стандартный	есть высокочувств.
Горелый	52,554	158,073	GRL	PTCC	-1,402	велосиметр	стандартный	есть высокочувств.
Институт	53,066	158,605	INS		-0,175		скд	
Крутоберегово	56,208	162,819	KBT	PTCC	-0,375	велосиметр	стандартный	есть высокочувств.
Киришев	55,953	160,342	KIR	PTCC	-1,475	велосиметр	стандартный	
Ключи	56,317	160,858	KLU		-0,05	велосиметр	широкополосный	
Каменная	55,756	160,247	KMN	PTCC	-1,15	велосиметр	стандартный	есть высокочувств.
Козыревск	56,058	159,872	KZY	PTCC	-0,045	велосиметр	стандартный	
Копыто	55,966	160,222	KPT	PTCC	-1	велосиметр	стандартный	
Коряка	53,292	158,636	KRK	PTCC	-1,05	велосиметр	стандартный	есть высокочувств.
Крестовский	56,217	160,565	KRS	PTCC	-1,181	велосиметр	стандартный	
Карымский	54,036	159,449	KRY	PTCC	-0,9	велосиметр	стандартный	есть высокочувств.
Безымянный-Запад	55,964	160,496	BZW	PTCC	-1,624	велосиметр	стандартный	
Ключи	56,313	160,852	KLY	PTCC	-0,1	велосиметр	стандартный	
Лопинов	56,083	160,69	LGN	PTCC	-2,5	велосиметр	стандартный	есть высокочувств.
Малая Ипелька	52,276	156,758	MIP	PTCC	-0,384	велосиметр	стандартный	есть высокочувств.
Мыс Козлова	54,556	161,73	MKZ	PTCC	-0,52	велосиметр	стандартный	есть высокочувств.
Нальчево	53,171	159,345	NLC	PTCC	-0,02	велосиметр	стандартный	есть высокочувств.
Петропавловск	53,024	158,653	PET	PTCC	-0,1	велосиметр	стандартный	есть высокочувств.
Русская	52,432	158,513	RUS	PTCC	-0,08	велосиметр	стандартный	есть высокочувств.
Седловина	53,278	158,887	SDL	PTCC	-1,255	велосиметр	стандартный	есть высокочувств.
Сомма	53,263	158,801	SMA	PTCC	-2,05	велосиметр	стандартный	есть высокочувств.
Семкорок	56,582	161,468	SMK	PTCC	-0,898	велосиметр	стандартный	
Шипунский	53,104	160,011	SPN	PTCC	-0,05	велосиметр	стандартный	есть высокочувств.
Срединный	56,319	159,693	SRD	PTCC	-0,75	велосиметр	стандартный	
Сорокин	56,654	161,168	SRK	PTCC	-0,849	велосиметр	стандартный	
Тумрок	55,283	160,146	TUM	PTCC	-1,213	велосиметр	стандартный	
Угловая	53,21	158,829	UGL	PTCC	-1,14	велосиметр	стандартный	есть высокочувств.
Зеленая	56,018	160,804	ZLN	PTCC	-1,083	велосиметр	стандартный	
Асача	52,383	157,9	ASA	PTCC	-0,992	велосиметр	стандартный	есть высокочувств.
Мутновка	52,483	158,183	MTV	PTCC	-1,394	велосиметр	стандартный	

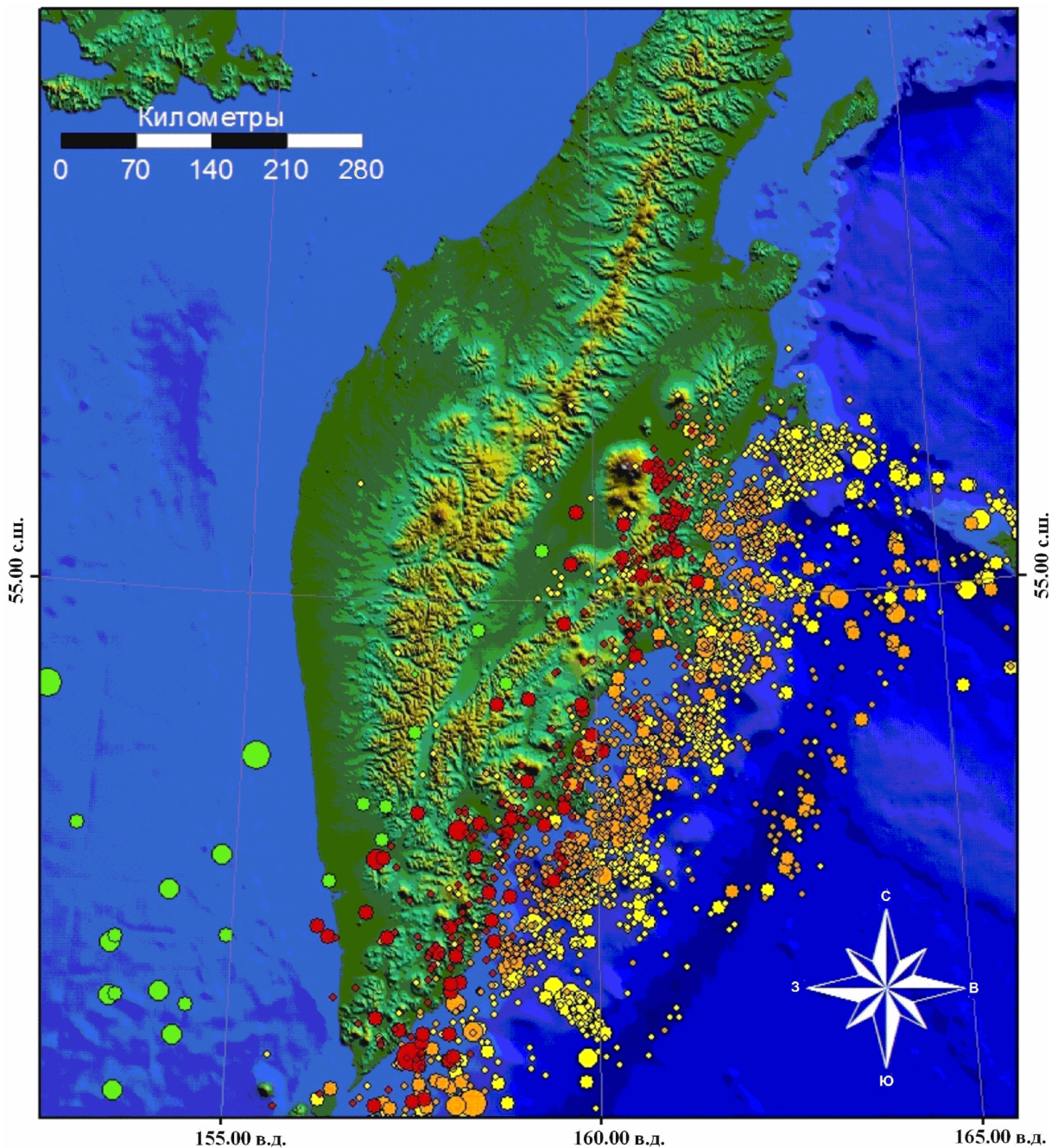
Рис. 6. Пример таблицы атрибутов радиотелеметрических сейсмических станций КФ ГС РАН.

столбцов (Рис. 6). При этом в отдельных строках представляются данные о географических объектах, таких как населенные пункты или станции наблюдений. Информация в столбцах описывает специфическую характеристику объектов. Имеется возможность идентификации объектов со специфическими значениями атрибутов в таблицах и выделения их на карте. Также существует возможность модифицировать атрибуты для отражения изменений географических объектов. Содержащиеся в проекте слои связаны с таблицами, в которых поме-

щаются данные для отображения, т. е. координаты, названия и т. д. Присоединенная информация к пространственным данным дает возможность оценки взаимосвязей между объектами.

Выборки из таблиц данных осуществляются с помощью системы запросов на языке доступа и управления базами данных SQL. Поиск данных с помощью выражений SQL, включающих атрибуты, операторы и вычисления, дает возможность выбирать объекты или записи таблицы в любом формате данных, поддерживаемых





**Условные обозначения**

землетрясения (>300)	землетрясения (100-300)	землетрясения (35-100)	землетрясения (0-35)
класс	класс	класс	класс
◆ 8,3 - 8,4	◆ 5,9 - 8,4	◆ 4,6 - 8,4	◆ 2,3 - 8,4
● 8,5 - 10,4	● 8,5 - 10,4	● 8,5 - 10,4	● 8,5 - 10,4
● 10,5 - 12,4	● 10,5 - 12,4	● 10,5 - 12,4	● 10,5 - 12,4
● 12,5 - 15,0	● 12,5 - 15,0	● 12,5 - 15,0	● 12,5 - 15,0

**Рис. 7.** Карта Камчатки с градуированными символами с различной цветовой шкалой, отображающими землетрясения с различными величинами энергетических классов и глубин гипоцентров.

системой ArcGIS. Например, с помощью таких запросов составляются ежедневные, еженедельные и т. д. выборки землетрясений из обновляемого регионального каталога землетрясений Камчатки и Командорских островов и визуализация их эпицентров.

Карты содержат большие объемы информации. В связи с этим имеется возможность отражать только ту часть информации, которая требуется пользователю в данный момент. Созданный ГИС-проект позволяет выяснять свойства отдельного объекта, указывая на него мышью. Так из темы “населенные пункты” можно узнать количество жителей данного пункта. Можно также находить объекты с определенными значениями атрибутов. Например, имеются возможности отображения эпицентров землетрясений с заданными величинами энергетических классов; идентификации объектов, в соответствии с заданными пространственными критериями. После идентификации объектов, возможно отображение их атрибутов и статистики, построение отчетов и диаграмм по этим данным, а также экспортирование их в новый класс объектов.

Выбор объектов производится с помощью курсора мыши или с помощью выделения необходимых записей в таблицах и выделения объектов на карте. Данные в ГИС-проекте могут отображаться различными способами: единым символом, символами с градуированной цветовой шкалой, а также символами с градуированными размерами. Отображение данных единым символом дает представление о расположении объектов, их группировании и распределении.

Изменение цвета знака, обозначающего объекты, представляет другой способ представления количественных данных. В картах с градуированной цветовой шкалой используется набор знаков, цветовая гамма которых изменяется в соответствии со значениями определенного атрибута. Такой способ наиболее удобен для отображения ранжированных данных или данных, связанных с какой-либо числовой прогрессией.

Карта с градуированными символами отображает объекты, изменяя размер символа по какому-либо атрибуту. Например, этот прием использовался для отображения землетрясений с различными величинами энергетических классов в теме “землетрясения” (Рис. 7). Карты с градуированным символом, также как и карты с градуированной цветовой шкалой, наиболее полезны для отображения ранжированных или прогрессирующих характеристик объектов.

В ГИС-проекте данные отображаются как в виде единой таблицы, так и по одному или нескольким объектам. Для этого применяются идентификация и гиперссылки. Идентификация осуществляется с помощью инструмента идентификация, что позволяет отображать данные, содержащиеся в таблице, привязанные к слою. Большие возможности предоставляет идентификация с применением гиперссылок, с помощью которых открываются и просматриваются документы Word, Excel, фотографии, рисунки, видео файлы и т. д. Гиперссылки указывают на файлы, которые открываются соответствующими программами. С помощью гиперссылок и скриптов на языке Visual Basic for Application обеспечивается возмож-

ность просмотра графиков текущих данных наблюдений на отдельных станциях, созданных средствами ИС “POLYGON”.

Окончательное внешнее оформление карт осуществлялось с помощью компоновки. В ГИС-проекте создавались компоновки с добавлением таких элементов как масштабная линейка, стрелка севера, легенда, градусная сетка и прочее. После создания необходимой карты существует возможность ее печати или экспортирования в различные графические форматы.

## Заключение

При проведении комплексного геофизического мониторинга сейсмоактивных регионов с целью поиска предвестников и прогноза сильных землетрясений и извержений вулканов основное внимание традиционно уделяется сейсмологическим данным, получаемым с сетей сейсмических станций. Именно под эти данные созданы широко используемые в фундаментальных и прикладных исследованиях информационные системы, включающие базы сейсмологических данных и программные средства оперативной обработки сейсмических записей и представления данных каталогов землетрясений.

В меньшей степени информационными технологиями обеспечены другие виды наблюдений, проводимых в целях геомониторинга и поиска предвестников землетрясений. Это связано, в первую очередь, с опытом экспериментальным характером большей части геофизических, геохимических и гидрогеологических видов наблюдений. Вместе с тем, данные, получаемые с пунктов наблюдений Петропавловского полигона, регулярно используются в текущей работе по прогнозу землетрясений в Камчатском регионе, в частности, при подготовке экспертных оценок состояния и развития сейсмической активности, составляемых Камчатским филиалом Российского экспертного совета (КФ РЭС) [Чебров, 2008b].

Представленные в настоящей работе ИС “POLYGON” и ГИС-проект “Петропавловский геодинамический полигон” являются важными элементами информационной системы комплексных геофизических наблюдений на Камчатке, т. к. отражают состояние системы таких “нетрадиционных” видов наблюдений, как скважинные гидрогеодинамические, электротеллурические и другие. Информация в ГИС-проекте представлена таким образом, чтобы было возможным идентифицировать объекты, предоставлять эффективный доступ к дополнительным данным об объектах и проводить различные аналитические процедуры. Также предусмотрены различные способы отображения данных для увеличения информативности карт, использованных при создании проекта. Таким образом, созданные ИС “POLYGON” и ГИС-проект “Петропавловский геодинамический полигон” могут эффективно использоваться для оценки состояния наблюдательной сети и различных видов данных в форме временных рядов при проведении комплексного геофизического мониторинга территории Петропавловского геодинамического полигона.

## Литература

- Гордеев, Е. И., В. Н. Чебров, Ред., (2004), *Комплексные сейсмологические и геофизические исследования Камчатки*, 445 с., ГС РАН, Петропавловск-Камчатский.
- Иванов, В. Ю., В. А. Касимова (2009), Создание макета ГИС-проекта “Петропавловский геодинамический полигон” для информационного обеспечения системы комплексных геофизических наблюдений, *Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле*, 13(1), 231–236.
- Копылова, Г. Н. (2006), Изменения уровня воды в скважине ЮЗ-5, Камчатка, вызванные землетрясениями, *Вулканология и сейсмология*, (6), 52–64.
- Копылова, Г. Н., Е. Р. Латыпов, Е. А. Пантюхин (2003), Информационная система “Полигон”: комплекс программных средств для сбора, хранения и обработки данных геофизических наблюдений, *Проблемы сейсмологии III-го тысячелетия. Матер. междунар. геофиз. конф.*, сс. 393–399, Изд-во СО РАН, Новосибирск.
- Любушин, А. А. (1993), Многомерный анализ временных рядов систем геофизического мониторинга, *Физика Земли*, (3), 103–108.
- Салтыков, В. А., В. Н. Чебров, В. И. Синицын (2006), Организация наблюдений сейсмических шумов вблизи сейсмофокальной зоны Курило-Камчатской островной дуги, *Вулканология и сейсмология*, (3), 43–53.
- Федотов, С. А., А. В. Соломатин, С. Д. Чернышев (2008), Афтершоки и область очага Средне-Курильского землетрясения 15.XI 2006 г.,  $M_s = 8,2$ ; Долгосрочный сейсмический прогноз для Курило-Камчатской дуги на IV 2008–III 2013 гг., *Вулканология и сейсмология*, (6), 3–23.
- Чебров, В. Н. (2006), Комплексный мониторинг геодинамических процессов Камчатки: проблемы готовности к сильному землетрясению, *Геофизический мониторинг Камчатки. Матер. научн.-техн. конф.*, Препринт, сс. 3–11, ГС РАН, Петропавловск-Камчатский.
- Чебров, В. Н. (2008а), Проблемы комплексного геофизического мониторинга и предупреждения природных катастроф на Камчатке, *Геофизический мониторинг и проблемы сейсмической безопасности Дальнего Востока России. Тр. региональной научно-техн. конф.*, Т. 1, сс. 13–20, ГС РАН, Петропавловск-Камчатский.
- Чебров, В. Н. (2008б), Организация работ по оценке сейсмической и вулканической активности на Камчатке, *Геофизический мониторинг и проблемы сейсмической безопасности Дальнего Востока России. Тр. региональной научно-техн. конф.*, Т. 2, сс. 4–8, ГС РАН, Петропавловск-Камчатский.
- Чебров, В. Н., В. А. Салтыков (2008), Мониторинг и прогноз сейсмической и вулканической активности Камчатского региона, *Геофизика XXI столетия: 2007 год. Сб. тр. Десятых геофиз. чтений им. В. В. Федьнского*, сс. 203–208, ООО “Издательство ГЕРС”, Тверь.
- Шеймович, В. С., Ред. (2000), *Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. N-57-XXVII (Петропавловск-Камчатский)*, Отв. ред. В. С. Шеймович, с. 1, ВСЕГЕИ, Москва.
- 
- В. Ю. Иванов, В. А. Касимова, Г. Н. Копылова, Камчатский филиал Геофизической службы РАН, Петропавловск-Камчатский, Россия (gala@emsd.ru)