

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,¹ В. Ю. Иванов,¹ и В. А. Касимова¹

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.

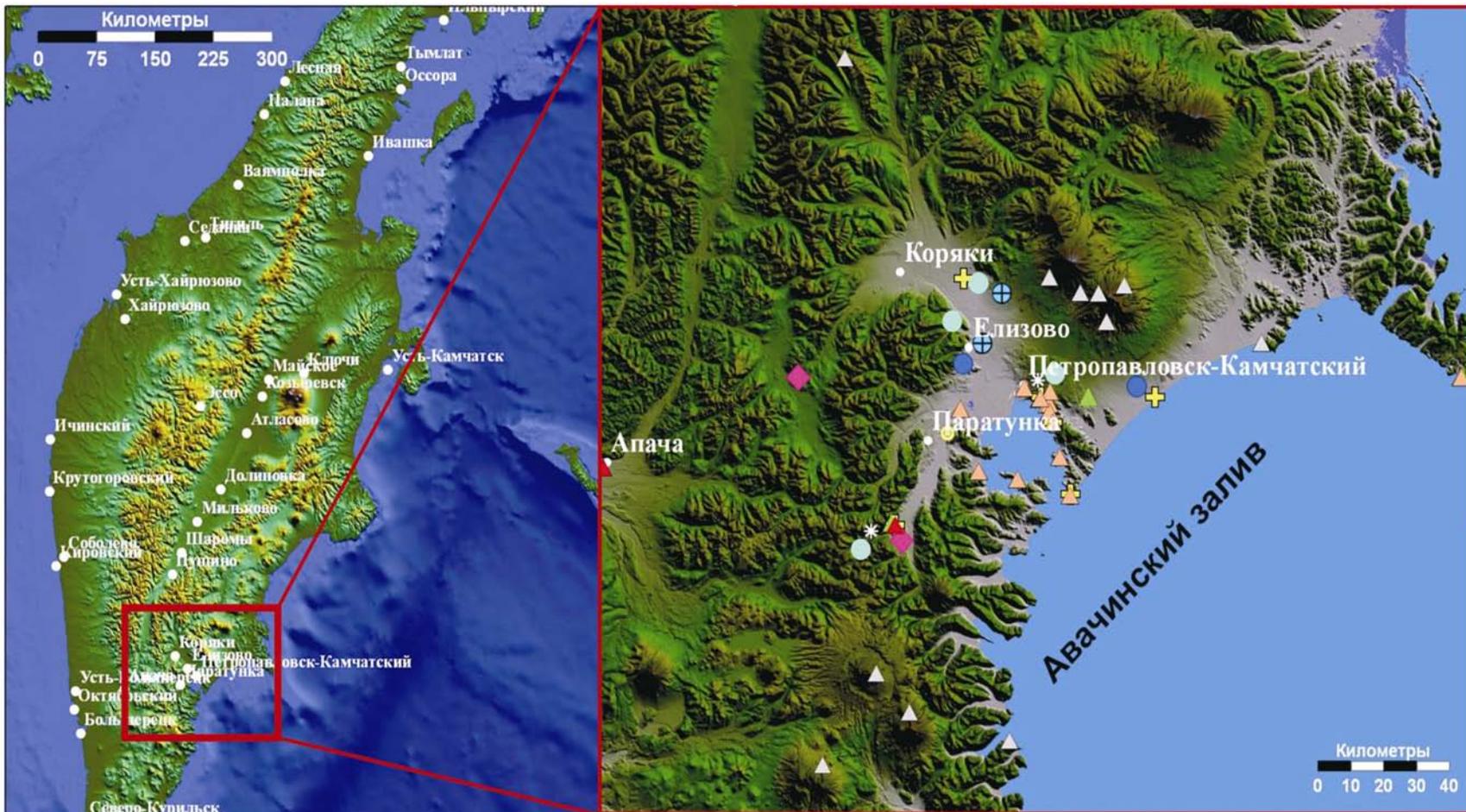
Основными составляющими информационной системы комплексных геофизических наблюдений являются сети станций по различным видам наблюдений, телеметрические или иные средства передачи данных; система

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.

¹Камчатский филиал Геофизической службы РАН, Петропавловск-Камчатский, Россия



Условные обозначения

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

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

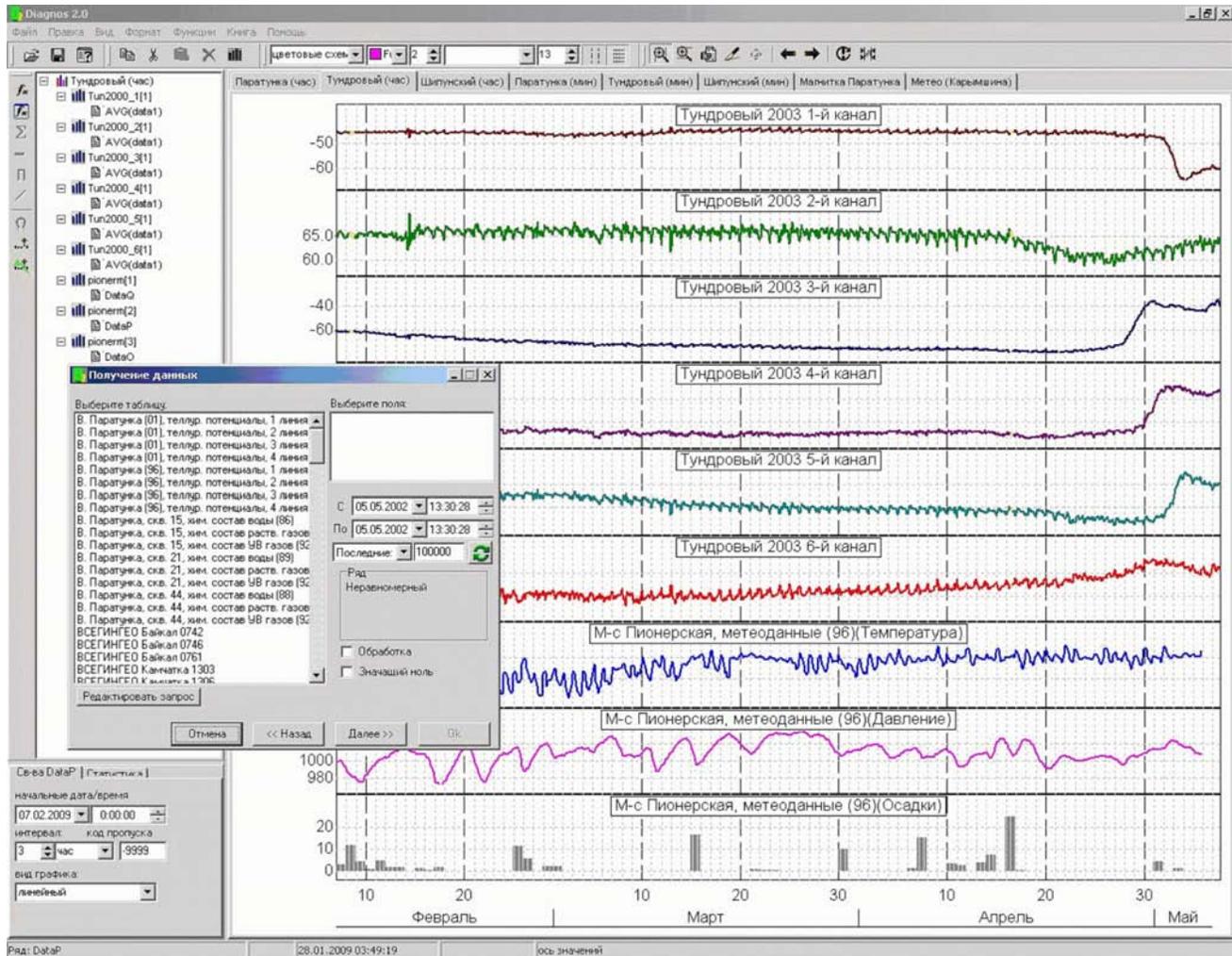


Рис. 2. Рабочее окно программы Diagnos, с помощью которой выполняется загрузка данных с сервера, просмотр и обработка временных рядов данных наблюдений.

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-

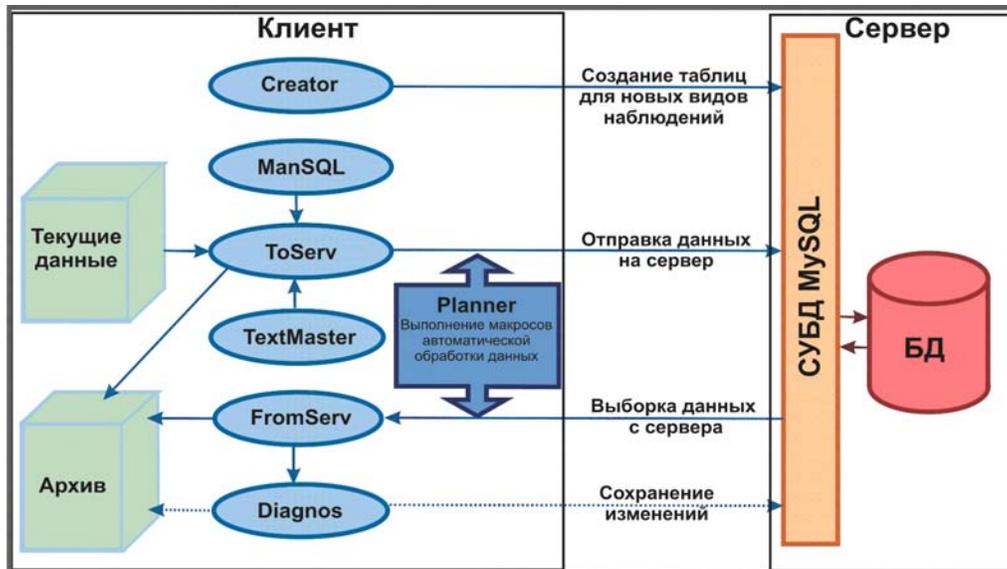


Рис. 3. Схема взаимодействия программных средств информационной системы POLYGON.

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-

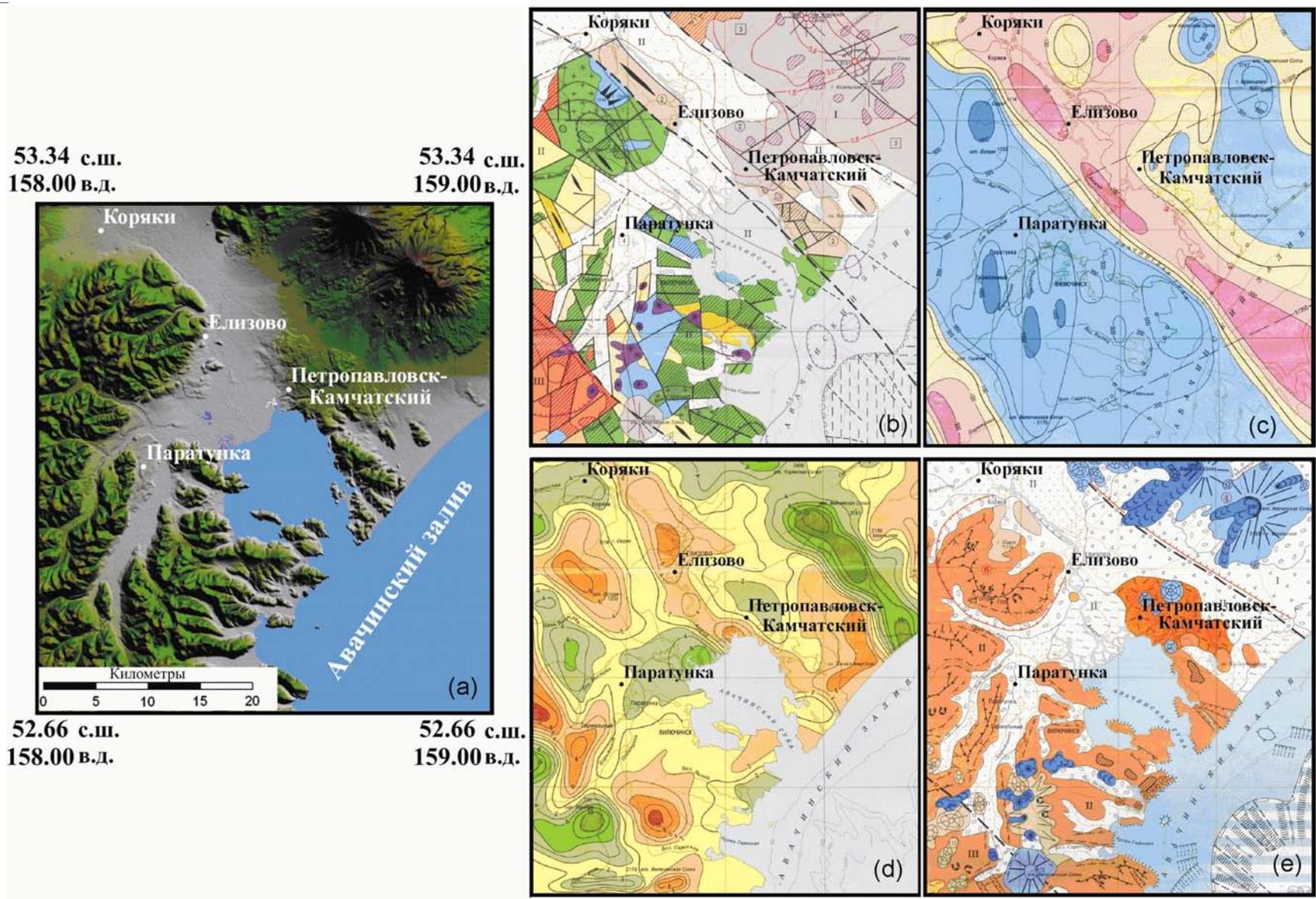
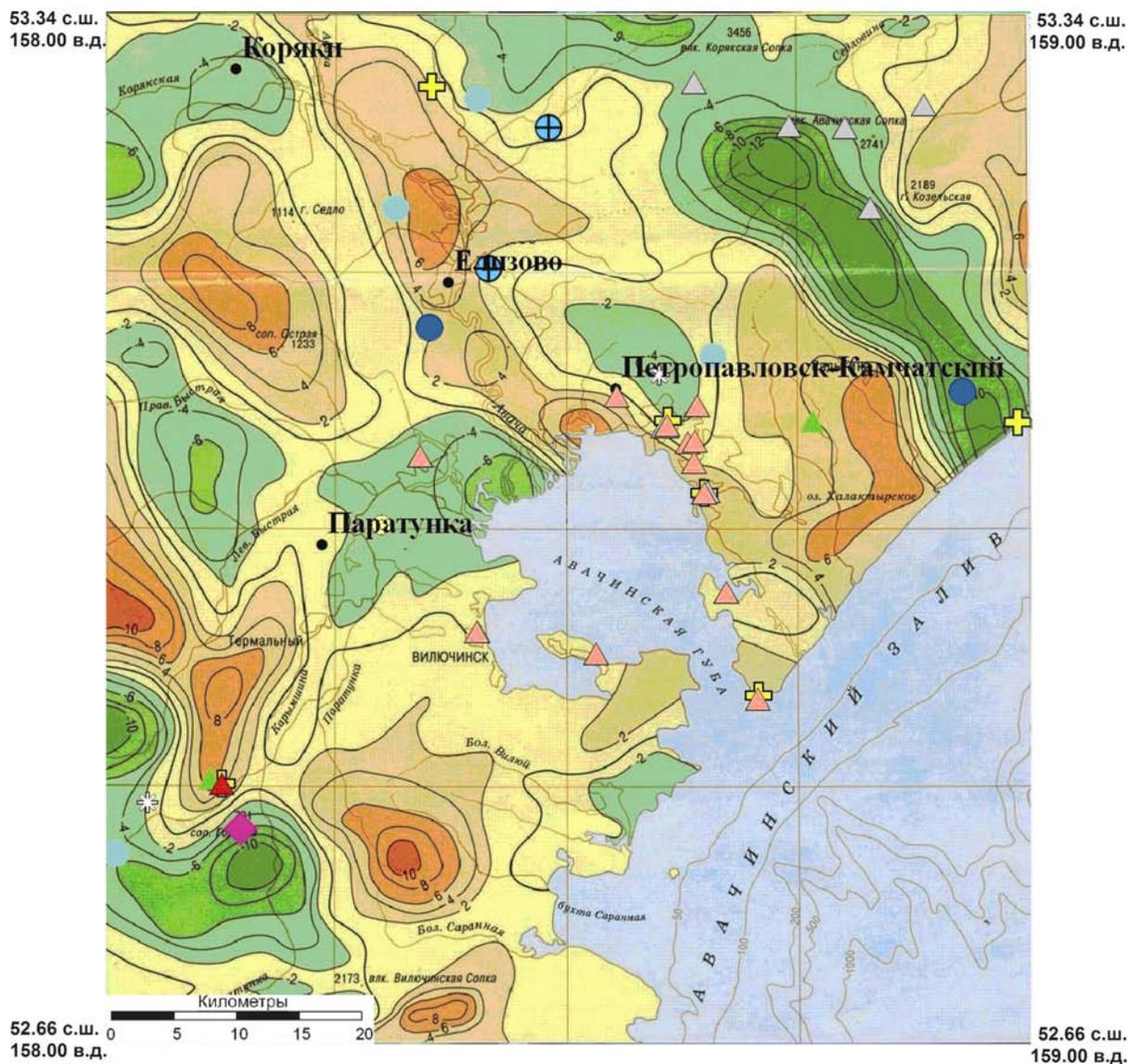


Рис. 4. Карта Петропавловского геодинамического полигона с населенными пунктами (а), тектоническая схема (б), карта аномального магнитного поля (с), карта аномального гравитационного поля (д), геоморфологическая схема (е).



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 Δg .

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
Алайд	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

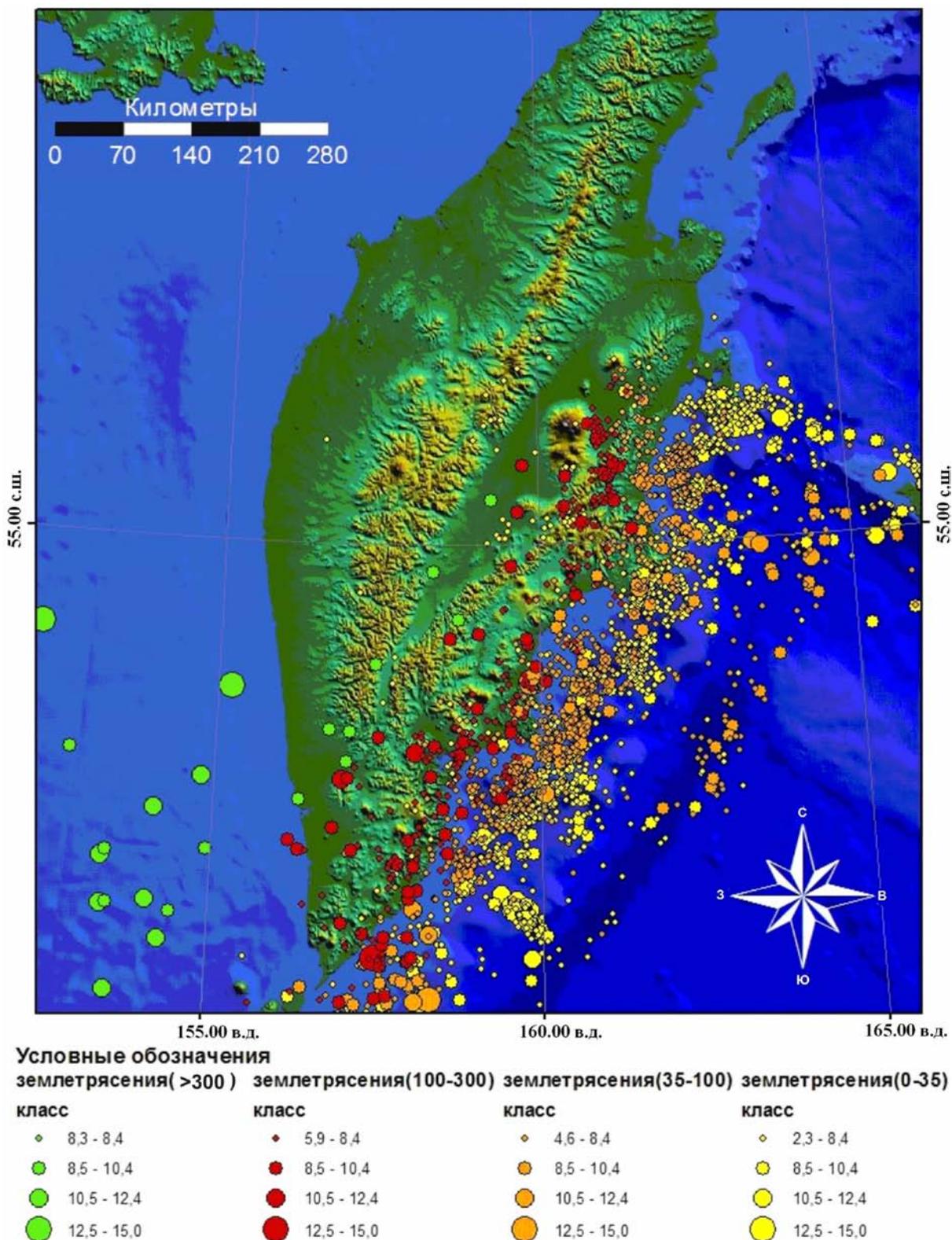


Рис. 7. Карта Камчатки с градуированными символами с различной цветовой шкалой, отображающими землетрясения с различными величинами энергетических классов и глубинами гипоцентров.

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)