

УДК 550.3 + 004.9

СОЗДАНИЕ МАКЕТА ГИС-ПРОЕКТА «ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ ГЕОДИНАМИЧЕСКИЙ ПОЛИГОН» ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

©2009 В.Ю. Иванов, В.А. Касимова

*Камчатский филиал Учреждения Российской академии наук Геофизической службы РАН,
Петропавловск-Камчатский, 683006; e-mail: vika@emsd.ru*

В работе представлен макет ГИС-проекта, в котором содержатся данные о расположении пунктов геофизических наблюдений на территории Петропавловского геодинамического полигона, их характеристиках, а также о геолого-тектонических и сейсмических условиях пунктов наблюдений. Представлены возможности использования технологии ГИС в решении задач комплексного геофизического мониторинга сейсмоактивного района. В настоящее время макет ГИС-проекта «Петропавловский геодинамический полигон» включает топографическую основу, гидрографию, данные о расположении пунктов по различным видам наблюдений, региональный каталог землетрясений; геологическую, тектоническую, геоморфологическую карты, схемы аномалий магнитного и гравитационного полей. Макет проекта также содержит базу геоданных об отображаемых объектах, включающих координаты и названия, а также дополнительную информацию в табличном виде.

Ключевые слова: географическая информационная система (ГИС), мониторинг, база геоданных, атрибутивные таблицы.

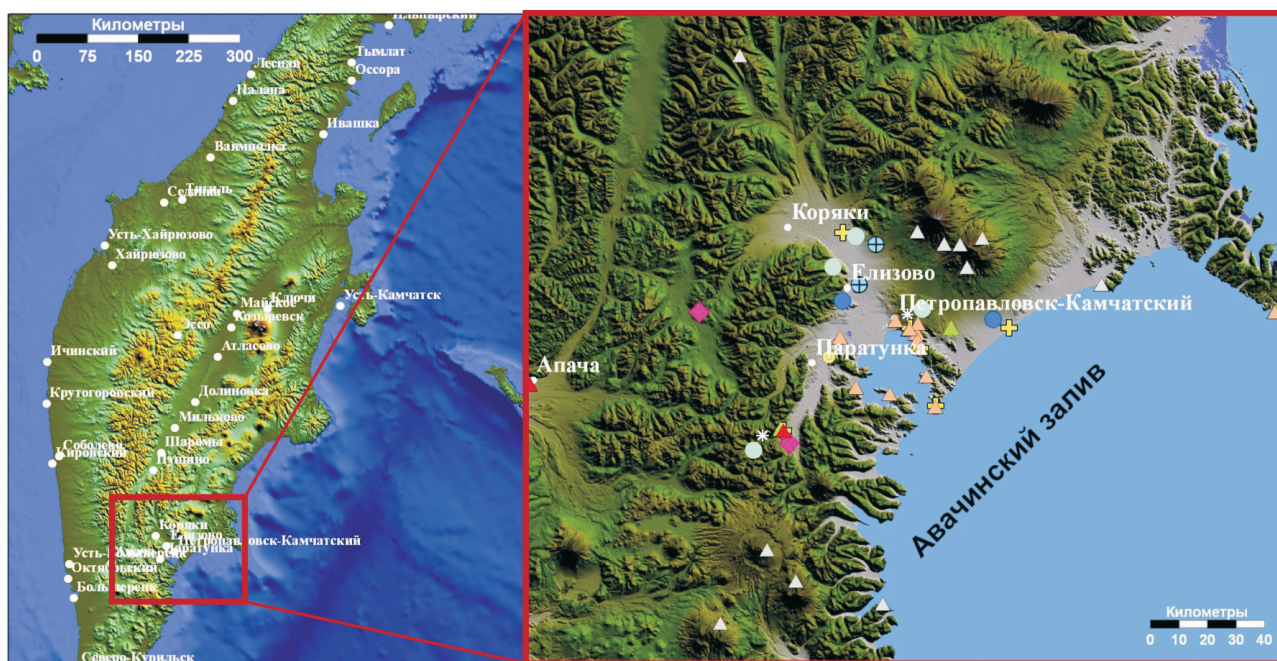
ВВЕДЕНИЕ

Камчатский филиал ГС РАН (КФ ГС РАН) проводит работы по созданию системы комплексных геофизических наблюдений на территории Камчатского края. Основными элементами такой системы являются сети станций по различным видам наблюдений, телеметрические или иные средства передачи данных; система сбора, обработки, анализа геофизической информации и информирования исполнительных органов власти о текущей сейсмической и вулканической опасности и прогнозах сильных землетрясений и извержений вулканов. Основная часть наблюдательных пунктов расположена вблизи городов Петропавловск-Камчатский и Елизово и образует территорию Петропавловского геодинамического полигона (рис. 1). По долгосрочному сейсмическому прогнозу (Федотов и др., 2008) в этом районе в ближайшие годы ожидается сильнейшее землетрясение с магнитудой 7 и более, которое может сопровождаться катастрофическими последствиями для населения и инфраструктуры Камчатки.

Основной целью данной работы является создание макета ГИС-проекта с использованием технологий ArcGIS9.0 для информационного обеспечения комплексных геофизических наблюдений на территории Петропавловского геодинамического полигона.

Решались следующие задачи: 1 — сбор, организация и визуализация данных о расположении наблюдательных пунктов, их характеристиках, геолого-тектонических и сейсмических условиях; 2 — привязка топографической, геологической, тектонической, гидрогеологической и других карт к единой системе координат; 3 — реализация быстрого доступа к информации о пунктах и объектах.

Разработанный макет ГИС-проекта «Петропавловский геодинамический полигон» предназначен для систематизации и графического отображения информации о таких объектах, как наблюдательные пункты, скважины, населенные пункты, вулканы, реки, землетрясения. Макет ГИС-проекта может эффективно использоваться для оценки состояния наблюдательной сети при проведении комплексного геофизического



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.

мониторинга территории Петропавловского геодинамического полигона.

МЕТОДИКА РАБОТЫ

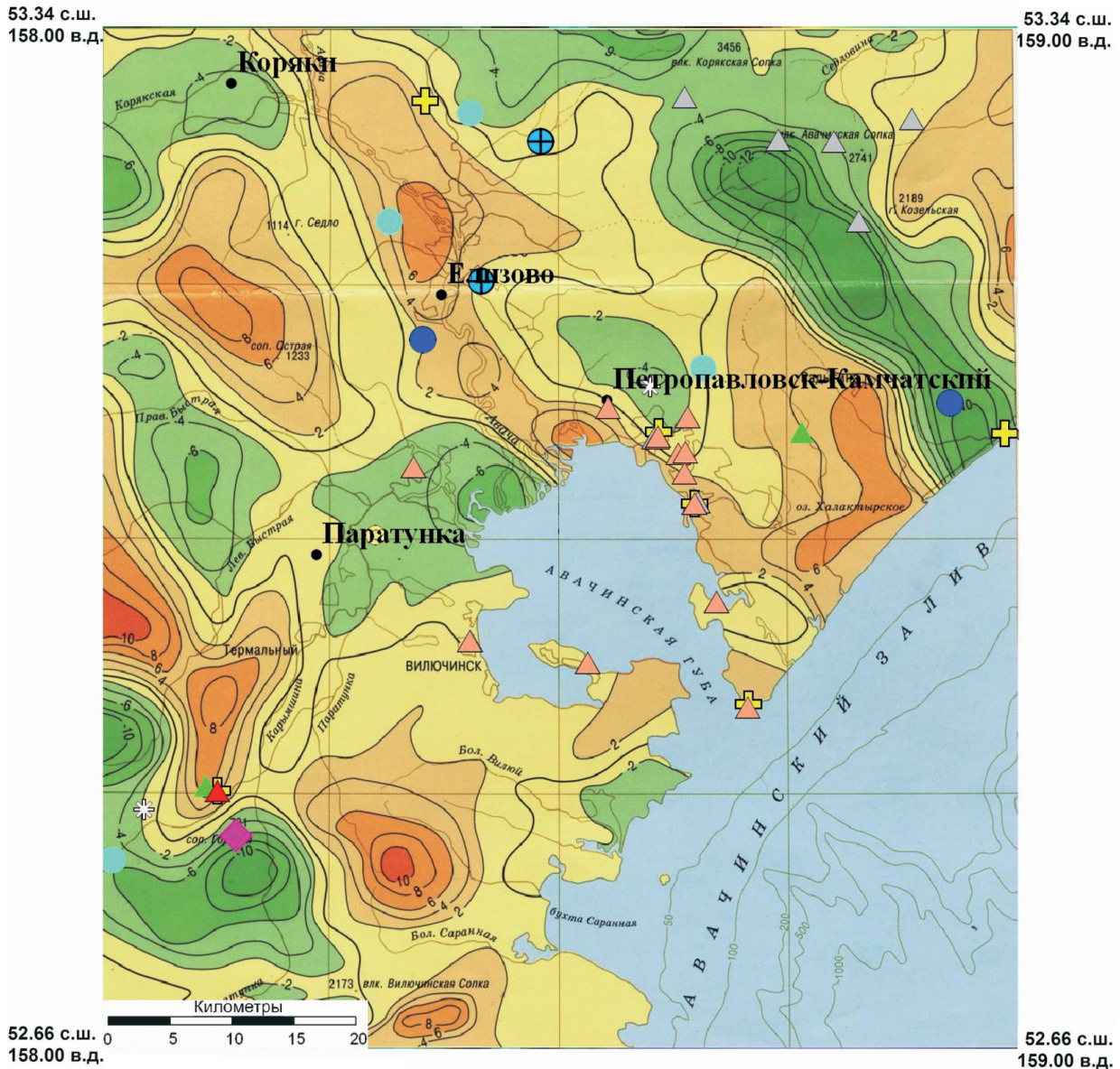
Информация об объектах и пунктах наблюдений, отображенных в макете ГИС-проекта, содержится в ряде публикаций, в сети Интернет (Комплексные ..., 2004; Копылова, 2006; Салтыков и др., 2006; <http://www.emsd.iks.ru/observations.php>), а также в отчетах НИР КФ ГС РАН и систематизирована в таблицах, которые 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, линейные и полигональные. При отображении атрибутивных таблиц предусматривалась возможность отображения их содержания полностью, а также отображение содержания по отдельным объектам. При необходимости таблицы атрибутов отображаются в компоновке карт.

При создании макета ГИС-проекта использовались карты рельефа полуострова Камчатка и прилегающей акватории с батиметрией и без нее, а также карты территории Петропавловского геодинамического полигона. На [рис. 2](#) (3 стр. об-

ложки) 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 (Государственная..., 2000).

Работа с картами различного качества первоначально включала в себя 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 и позволяют проводить их анализ совместно с другими географическими данными.

Полученные электронные карты 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. 3](#)). С использованием набора карт можно



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 |
| | Радиотелеметрические сейсмические станции | | Пункты GPS наблюдений |
| | Стационарные сейсмические станции | | |
| | Пункты гидрогеохимических наблюдений | | |

Рис. 3. Карта аномального гравитационного поля Петропавловского геодинамического полигона и расположение наблюдательных пунктов КФ ГС РАН. Изолинии значений Δg .

уточнять условия расположения объектов и характеристики их свойств.

Все пункты объединены в одну тему, которая содержит подтемы по различным видам наблюдений. Каждая тема представляет собой определенный тип объектов. В теме не хранятся реальные географические данные, вместо этого она указывает на данные, которые хранятся в

покрытиях, шейп-файлах, изображениях, таблицах и т.д. Темы в таблице содержания могут быть собраны во фреймы данных. Фрейм данных представляет собой группу тем, которые можно отображать вместе в виде самостоятельной структуры.

Данные в созданном макете ГИС-проекта хранятся в таблицах базы данных или в виде

СОЗДАНИЕ МАКЕТА ГИС-ПРОЕКТА «ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ ГЕОДИНАМИЧЕСКИЙ ПОЛИГОН»

отдельных файлов, на которые осуществляются ссылки. Таблицы представляют компоненты базы данных, содержащих набор строк и столбцов (рис. 4). При этом каждая строка представляет собой географический объект, а 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 макете проекта слои связаны с таблицами, в которых помещаются данные для отображения, т.е. координаты, названия и т.д. Присоединенная информация к пространственным данным дает

возможность оценки взаимосвязей между объектами.

Предусмотрена возможность делать выборки из таблиц данных с помощью запросов. С помощью таких выборок можно выявлять пространственные отношения между объектами и находить объекты с определенным значением атрибутов. Запросы осуществляются с помощью языка доступа и управления базами данных SQL, который позволяет строить запросы, состоящие из атрибутов, операторов и вычислений. Когда происходит поиск с помощью выражений SQL, появляется возможность выбирать объекты или записи таблицы в любом формате данных, поддерживаемых системой ArcGIS.

Карты содержат большие объемы информа-

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	
Каменистая	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	
Лоинов	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.
Налычево	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. 4. Пример таблицы атрибутов радиотелеметрических сейсмических станций КФ ГС РАН.

ции. В связи с этим появляется необходимость отражать только ту часть информации, которая требуется в данный момент. Созданный макет ГИС-проекта позволяет выяснять свойства объекта, указывая на него мышью; находить объекты с определенными значениями атрибутов; находить объекты, отвечающие определенным пространственным критериям. После нахождения объектов, осуществляется отображение их атрибутов и статистики, построение отчетов и диаграмм по этим данным, а также экспортирование их в новый класс объектов.

В макете ГИС-проекта 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 хранимые в таблице данные, привязанные к слою. Большие возможности предоставляет идентификация с применением гиперссылок, с помощью которых открываются и просматриваются документы Word, Excel, фотографии, видео файлы и т.д. Гиперссылка указывает на файл, который открывается соответствующей программой.

Выбор объектов производится с помощью курсора мыши или с помощью выделения необходимых записей в таблицах и выделения объектов на карте.

Данные в макете ГИС-проекта 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 используют 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 различной величиной энергетического класса в теме землетрясения (рис. 5, см. 3 стр. обложки). Карты с градуированным символом, также как и карты с градуированной цветовой шкалой, наиболее полезны для отображения ранжированных или прогрессирующих характеристик объектов.

Окончательное внешнее оформление карт

осуществлялось с помощью компоновки. В макете ГИС-проекта создавались компоновки с добавлением таких элементов как масштабная линейка, стрелка севера, легенда, градусная сетка и прочее. Стрелка севера показывает ориентацию карт; масштабные линейки представляют собой визуальные указатели размеров объектов и расстояний между ними; легенда раскрывает смысл картографических знаков и состоит из образцов условных обозначений карты, сопровождаемых текстовыми пояснениями. После создания необходимой карты существует возможность ее печати или экспортирования ее в различные графические форматы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Созданный макет ГИС-проекта «Петропавловский геодинамический полигон» на сегодняшний день включает в себя набор следующих тем: топографическую основу, гидрографию, данные о расположении пунктов по различным видам наблюдений, региональный каталог землетрясений; геологическую карту, карты аномалий магнитного и гравитационного полей, тектоническую и геоморфологическую схемы, которые привязаны к единой системе координат. Макет ГИС-проекта включает базу геоданных, содержащую данные об отображаемых объектах, в т.ч. их координаты и названия. На дополнительную информацию об объектах, представленную в таблицах, содержащих сведения о станциях, скважинах, вулканах, населенных пунктах, реках и др., организованы гиперссылки.

Информация в макете ГИС-проекта представлена таким образом, чтобы было возможным идентифицировать объекты, предоставлять быстрый 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.

Авторы выражают благодарность за постановку настоящей работы сотрудникам КФ ГС: к.г.-м.н., доценту Г.Н. Копыловой, Д.В. Дроздину, Р.А. Кутанову, В.И. Левиной, Ю.К. Серафимовой, В.И. Сеницыну за предоставленные материалы о системе наблюдательных пунктов и сейсмических станций.

Список литературы

Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. N-57-XXVII (Петропавловск-Камчатский). Отв. ред. В.С. Шейнович. ВСЕГЕИ, 2000 г.
Комплексные сейсмологические и геофизи-

СОЗДАНИЕ МАКЕТА ГИС-ПРОЕКТА «ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ ГЕОДИНАМИЧЕСКИЙ ПОЛИГОН»

ческие исследования Камчатки / Отв. ред. Е.И. Гордеев, В.Н. Чебров. Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2004. 445 с.

Копылова Г.Н. Изменения уровня воды в скважине ЮЗ-5, Камчатка, вызванные землетрясениями // Вулканология и сейсмология. 2006. № 6. С. 52-64.

Салтыков В.А., Чебров В.Н., Сеницын В.И. и др. Организация наблюдений сейсмических шу-

мов вблизи сейсмофокальной зоны Курило Камчатской островной дуги // Вулканология и сейсмология. 2006. № 3. С. 43-53.

Федотов С.А., Соломатин А.В., Чернышев С.Д. 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. 2008. № 6. С. 3-23.

CREATION OF THE LAYOUT OF GIS - PROJECT «PETROPAVLOVSK GEODYNAMICAL POLYGON» FOR A INFORMATION SUPPLY WITH SYSTEM FOR COMPLEX GEOPHYSICAL OBSERVATIONS

V.Yu. Ivanov, V.A. Kasimova

*Kamchatkan Branch, Geophysical Survey, Russian Academy of Sciences,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683006, Russia; email: vika@emsd.ru*

For granting data about location of the observation stations, their features as well as about geological, tectonic and seismic conditions is used layout of project created on the base ArcGIS. In this work is presented possibility of the geographical information system (GIS) for solution of seismological, geophysical, hydrogeodynamical and other problems of the complex geophysical monitoring. Layout of GIS-project «Petropavlovskiy geodynamical polygon» includes topographical base, hydrography, data about location of the observational stations, regional catalogue of the earthquakes; geological, tectonic, geomorphological cards, schemes of anomaly magnetic and gravitational fields. The project also contains the database, containing data about displayed objects including coordinates and names as well as additional information presented in tables.

Keywords: geographical informational system (GIS), observations, database, attributive table.