

**ГИС-ПРОЕКТ «ЭЛЕКТРОННАЯ КАРТА СЕЙСМИЧЕСКОГО  
МИКРОРАЙОНИРОВАНИЯ ГОРОДА ПЕТРОПАВЛОВСКА-  
КАМЧАТСКОГО МАСШТАБА 1:10000»**

*Лунгул Ольга Александровна*  
*младший научный сотрудник Института вулканологии и сейсмологии ДВО*  
*РАН, РФ, г. Петропавловск-Камчатский*  
*E-mail: [ok\\_204@mail.ru](mailto:ok_204@mail.ru)*

**GIS PROJECT "ELECTRONIC MAP OF SEISMIC MICROZONATION OF  
PETROPAVLOVSK-KAMCHATSKY SCALE OF 1: 10000"**

*Olga Lungul*  
*junior Research Scientist, Far Eastern Branch RAS Institute of Volcanology and*  
*Seismology, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky*

**АННОТАЦИЯ**

В сообщении представлены результаты первого этапа создания ГИС-проекта. В настоящее время в качестве покрытий на карту нанесены зоны с сейсмической опасностью VIII, IX, X баллов, обследованные в 1971—1974 гг. деревянные здания и сооружения из бруса, гидрография, а также улично-дорожная сеть города. ГИС-проект содержит базу данных об объектах, вся информация о которых занесена в атрибутивные таблицы. База данных продолжает пополняться.

**ABSTRACT**

The article provides the results from the first stage of GIS-project. The map contains several layers including zones of seismic hazard at VIII, IX and X points, wooden buildings and hydrography data, as well as street and road network of the city. The GIS- project contains the geodatabase on objects. All data are organized in attributive tables. The database continues to grow.

**Ключевые слова:** геоинформационная система (ГИС); сейсмическое микрорайонирование; сейсмическая опасность; электронная карта; база данных; атрибутивные таблицы.

**Keywords:** geographical informational system (GIS); seismic microzonation; seismic hazard; electronic map; database; attributive table.

## **Введение**

Проявление сильного землетрясения на территории большого города с повреждением большого числа зданий различного типа — довольно редкое событие. По долгосрочному прогнозу [7, с. 238], в районе Петропавловска-Камчатского на период IX 2013—VIII 2018 гг. ожидается сильнейшее землетрясение с магнитудой 7,7 и более, которое может сопровождаться катастрофическими последствиями для населения, жилищного фонда и инфраструктуры города.

Утром 25 ноября 1971 года вблизи города Петропавловска-Камчатского произошло сильное землетрясение ( $M=7,2$ ). 7 декабря 1971 года была создана межведомственная группа по обследованию проявления землетрясения в городе Петропавловске-Камчатском. Из результатов макросейсмического обследования последствий землетрясения [1; 2], ясно, что большое количество жилых и общественных зданий города и промышленных сооружений получили повреждения различной степени.

В работе использованы материалы прошлых изысканий «ВостСибТИСИЗа» и «ДальТИСИЗа. Камчатского отделения» по территории г. Петропавловска-Камчатского за период с 1971 по 1974 гг., а также данные по макросейсмическому обследованию последствий землетрясения 1971 года, предоставленные Т.Г. Константиновой.

Основной целью автора в 2010—2012 гг. было создание ГИС-проекта «Повреждаемость зданий и сооружений при семибальном землетрясении 1971 года» [3] средствами ArcView GIS 3.2.

Были решены следующие задачи: 1 — Сбор и анализ материалов из отчетов об инженерно-строительных изысканиях по территории г. Петропавловска-Камчатского; 2 — Создание «Электронной карты сейсмического микрорайонирования г. Петропавловска-Камчатского», куда вошли следующие этапы работ: выбор картографической проекции, привязка имеющейся информации к единой системе координат, преобразование карты на

бумажном носителе в векторное изображение, а также создание отдельных тематических слоев.

В настоящее время на территории г. Петропавловск-Камчатский ведется активная застройка, реконструируется центральная часть города, возводятся и открываются новые здания и сооружения. При столь динамичном развитии города возрастает потребность в получении подробной системы информации сразу и в полном виде. При этом важное значение приобретают вопросы снижения сейсмического риска для исследуемой территории. Поэтому данный ГИС-проект отвечает требованию масштабируемости по функциональности и объему данных. Для того, чтобы можно было использовать систему уже на начальных этапах ее разработки, логично было начать с запуска ее упрощенного варианта, обеспечивающего минимально необходимый набор функций и объем данных. А затем, по мере осознания ее реальной полезности и выделения дополнительных ресурсов, увеличивать мощность системы, количество и разнообразие хранимых в ней данных.

### **Методика работы**

В ходе физической разработки ГИС-проекта были собраны, изучены и определены виды отчетных данных, требования к содержанию карт и визуализации данных. Исходя из этого, карта была спроектирована в географических координатах, единицами карты выбраны десятичные градусы, единицами длины — метры. Привязка проводилась по нескольким опорным точкам с известными координатами  $x$  и  $y$ , которые совместили местоположения этих точек на растровом изображении с контрольными точками в точечной теме.

Далее была переведена в векторный вид отсканированная растровая «Карта сейсмического микрорайонирования г. Петропавловска-Камчатского, масштаба 1:10000» [4; 5], а полученные данные картографических слоев были организованы в набор классов объектов. Эта технология оказалась очень удобной и функционально мощной, она позволила в интерактивном режиме

управлять топологией объектов, устанавливать правила пространственных отношений между ними и создавать атрибутивные домены.

Для построения «Электронной карты сейсмического микрорайонирования города Петропавловска-Камчатского масштаба 1:10000» создавались тематические векторные слои (темы). В зависимости от среды — акватория или суша — база геоданных включает в себя набор покрытий, которые будут использоваться на дальнейших этапах, и атрибутивные таблицы со всеми исходными данными.

На первом этапе был создан полигональный слой «Seism. Zone». За основу была принята «Карта сейсмического микрорайонирования г. Петропавловска-Камчатского масштаба 1:10000». На этой карте зоны с различной сейсмической интенсивностью разделены жирной сплошной линией, а сами зоны обозначены различными цветами: VIII — зеленым, IX — желтым и X баллов — красным, которые в свою очередь подразделены на подзоны [5].

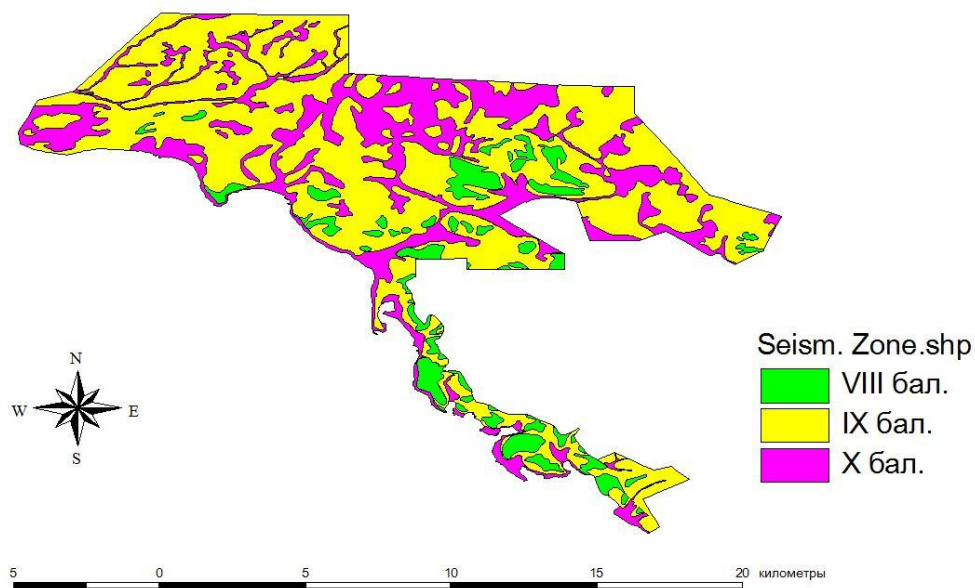
Наиболее благоприятной в сейсмическом отношении является подзона VIIa. Подзона VIIб также благоприятна как в сейсмическом, так и в инженерно-геологическом отношении.

Условно благоприятны в сейсмическом отношении подзоны IXa и IXб, но в инженерно-геологическом отношении они существенно различаются. При этом подзона IXб более благоприятна, чем подзона IXa. Девятибалльная зона занимает основную часть территории города

Десятибалльная зона в целом считается непригодной для строительства. Но в подзоне IXa при постановке дополнительных геофизических и инженерно-геологических исследований возможно выделение площади, пригодной для жилья [5].

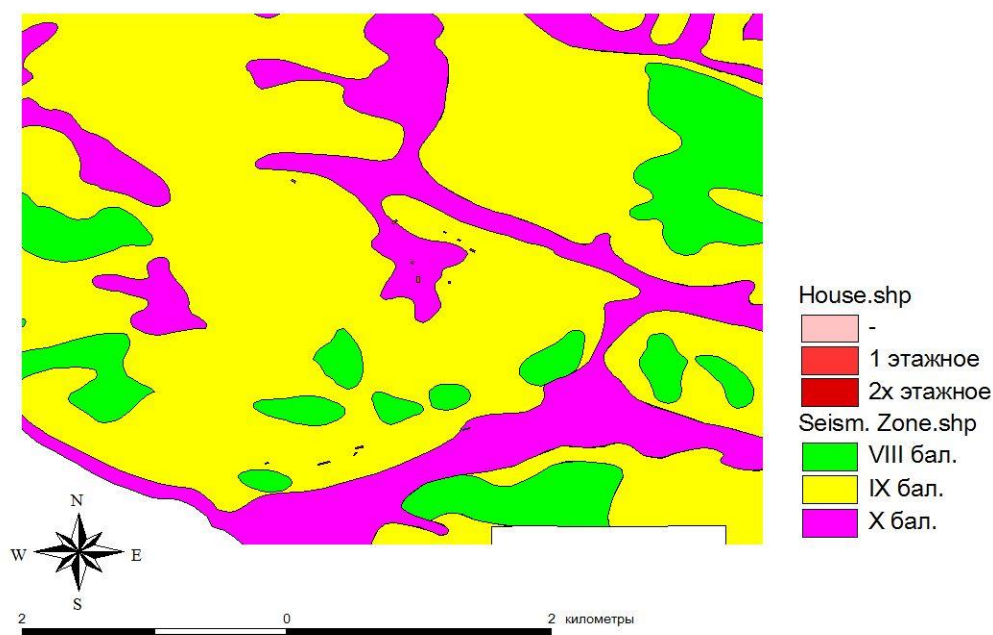
Методом оцифровки построены зоны с сейсмической опасностью VIII, IX, X баллов в количестве 110 объектов [3]. С помощью Редактора легенды символу придавалось уникальное значение, благодаря чему зоны на электронной карте закрашивались в соответствующие цвета (рис. 1). Вся информация относительно каждого объекта (L\_Code, балльность зоны, элемент

подзоны, и характеристика инженерно-геологических условий) занесена в атрибутивную таблицу. Информацию можно отображать в табличном виде как для всех объектов слоя, так и для каждого объекта в отдельности, используя для этого идентификацию с помощью курсора мыши.



***Рисунок 1. Тема ГИС-проекта “Seism. Zone”***

На втором этапе создания ГИС-проекта на электронную карту с помощью Атласа города [6] были нанесены все деревянные здания и сооружения из бруса (рис. 2) обследованные в 1971—1974 гг. [1; 2]. Вся информация о них (адрес, год постройки здания, этажность, тип постройки, описание полученных повреждений, степень повреждения и описание сводной колонки, расположенной вблизи здания) отображена в качестве атрибутивных таблиц.



***Рисунок 2. Фрагмент полигонального слоя «House», отображающий обследованные здания и сооружения, нанесенные на карту ГИС-проекта***

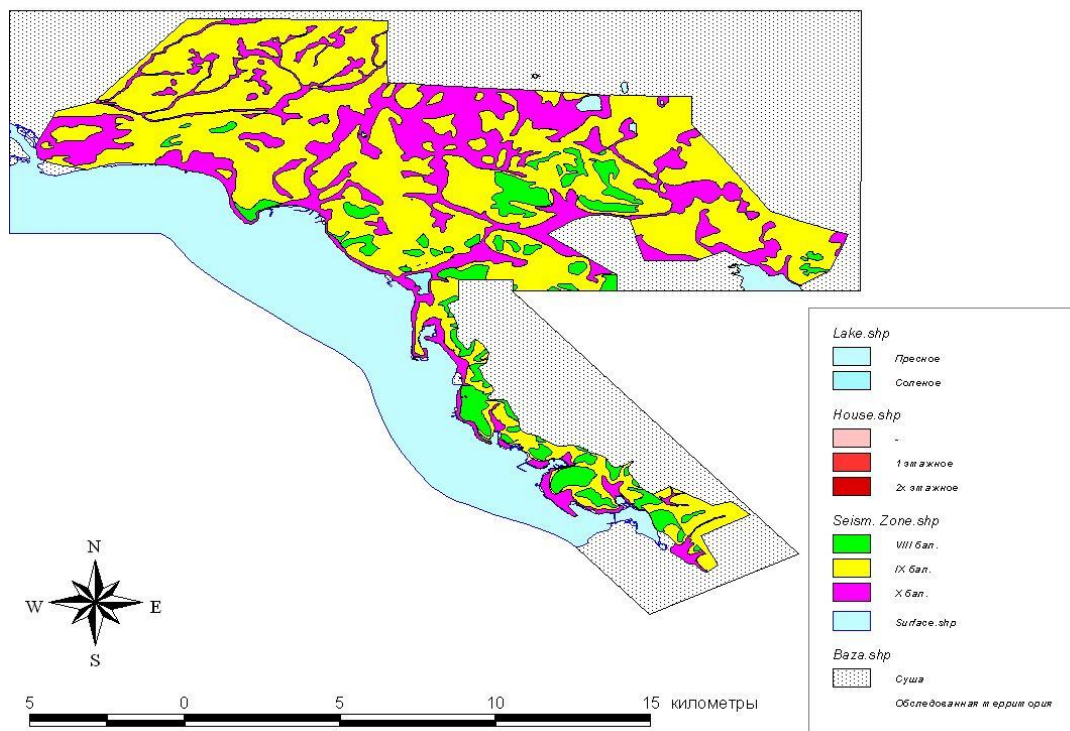
Город Петропавловск-Камчатский занимает почти 20-ти километровую полосу северного берега Авачинской бухты, с её бухточками и мысами. В ГИС-проекте создан полигональный слой «Surface», в котором отмечены бух. Моховая, бух. Сероглазка, бух. Соленое Озеро, бух. Щитовая, бух. Озеро Богородское, бух. Заводская, бух. Раковая и бух. Бабья, а также м. Чавыча, м. Авачинский, м. Сероглазка, м. Сигнальный, м. Санникова, Петропавловская губа (рис. 3).

На территории города расположен ряд небольших озер. Большинство из них уже нанесены на электронную карту в качестве полигонального слоя «Lake» — это оз. Култучное, оз. Халактырское, оз. Синичкино, оз. Мал. Синичкино, оз. Безымянное, оз. Дальнее (рис. 3).

После получения базовых картографических слоев масштаба 1:10000 для их актуализации использовался Интернет-сервис Google Earth, находящийся в открытом доступе. По снимкам были обновлены и уточнены границы водных объектов.

Все имеющиеся данные (растровые и текстовые) были организованы в базу геоданных, на основе которых до 2014 года автором была создана

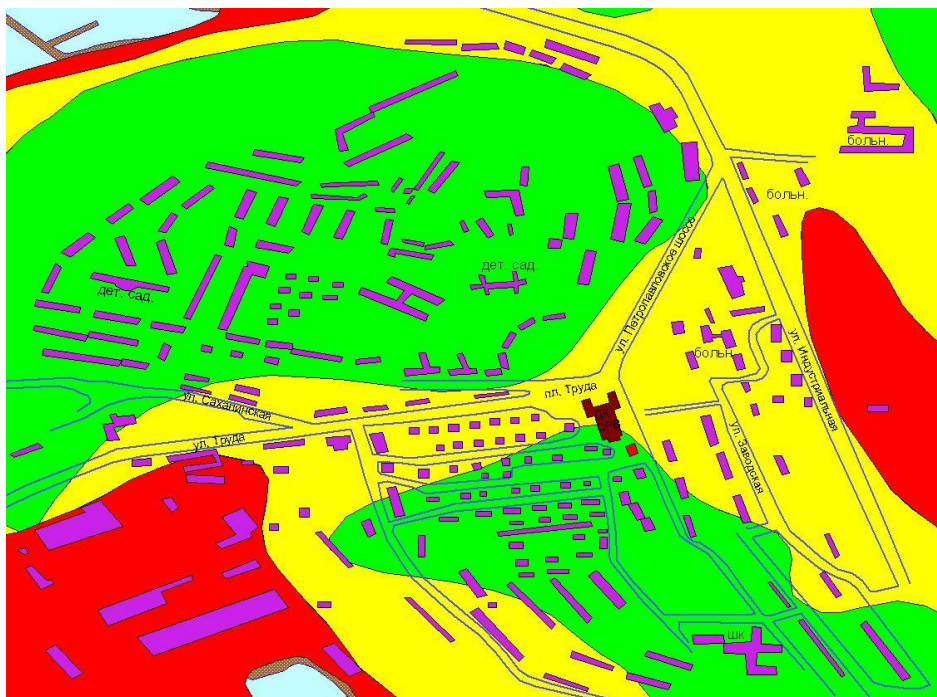
«Электронная карта сейсмического районирования г. Петропавловска-Камчатского масштаба 1:10000» (рис. 3).



**Рисунок 3. Электронная карта сейсмического микрорайонирования г. Петропавловска-Камчатского масштаба 1:10000 [3]**

В 2014 году работа по наполнению и актуализации баз данных была продолжена. В состав вновь добавленных покрытий были включены: улицы и дороги местного значения (включая подъезды транспортных средств к жилым и общественным зданиям, учреждениям, предприятиям и другим объектам городской застройки внутри районов и микрорайонов), жилые дома, общественные здания, учреждения дошкольного, школьного образования и здравоохранения.

С увеличением масштаба изображения постепенно увеличивается детальность отображения картографических объектов, отображаются названия гидрографических объектов, адресов и т. д. (рис. 4).



***Рисунок 4. Фрагмент «Электронной карты сейсмического микрорайонирования г. Петропавловска-Камчатского масштаба 1:10000» с нанесенными элементами инфраструктуры города (район судоремонтной верфи)***

Электронная карта имеет удобную форму поиска объектов с помощью построения выражения запроса. Можно узнать, сколько объектов отвечает установленным критериям или просмотреть атрибуты выбранных объектов, а также выбрать нужные типы объектов в атрибутивной таблице, а затем отобразить их на электронной карте. Например, с помощью соответствующего запроса можно отобразить количество и местоположение обследованных зданий с ленточным фундаментом, объекты социального значения, улично-дорожную сеть города и т. п.

### **Результаты**

Итогом проделанной работы является «Электронная карта сейсмического микрорайонирования г. Петропавловска-Камчатского масштаба 1:10000». Благодаря географической привязке и вновь созданным покрытиям, работа является актуальной и востребованной в сфере геолого-геофизических исследований и инженерно-строительных изысканий.

Данный ГИС-проект является вторым шагом по созданию обширной базы данных для хранения, систематизации, анализа и интерпретации данных,



изначально полученных в рамках проекта № 1665 «Научно-методическое обеспечение снижения уровня сейсмического риска для профилактики чрезвычайных и кризисных ситуаций на объектах высших учебных заведений и школ в условиях Камчатского края» аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы (2009—2010 годы)».

Автор выражает благодарность сотрудникам ИВиС ДВО РАН: д.г.-м.н. Н.И. Селиверстову и к.г.-м.н. И.Ф. Делемену за полезные консультации, а также Т.Г. Константиновой (КФ ГС РАН) за предоставленные материалы об обследованных в 1971—1974 гг. зданиях и сооружениях.

### **Список литературы:**

1. Баранников Л.Б., Борисова Н.С., Ершов И.А. и др. Макросейсмическое обследование землетрясения 24(25) ноября 1971 г. на территории г. Петропавловска-Камчатского. В кн.: Сильные камчатские землетрясения. Владивосток, «Наука», 1975. — С. 15—62.
2. Борисова Н.С., Ершов И.А., Константинова Т.Г., Федякова С.Н., Шумилина Л.С. Макросейсмическое обследование землетрясения 24(25) ноября 1971 г. в Петропавловске-Камчатском и сопоставление результатов с сейсмическим микрорайонированием. В кн.: Колебания грунтов и зданий при землетрясениях. Вопр. инж. сейсм. Вып. 17. М., «Наука», 1975. — С. 71—86.
3. Коновалова О.А. ГИС-проект «Повреждаемость зданий и сооружений в г. Петропавловске-Камчатском при семибалльном землетрясении 1971 года» // Материалы IX региональной молодежной научной конференции «Природная среда Камчатки». 12—13 апреля 2010 г. Петропавловск-Камчатский: Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН. 2010. — С. 61—70.

4. Константинова Т.Г., Шарапов В.Г. О принципах построения карты сейсмического микрорайонирования территории г. Петропавловска-Камчатского. М., «Наука», 1977.
5. Отчет по макросейсмическому обследованию последствий землетрясения 25 (24) ноября 1971 года на территории г. Петропавловска-Камчатского. Альбом I. Пояснительная записка. г. Петропавловск-Камчатский, 1974 г.
6. Петропавловск-Камчатский: атлас города: картогр. издание / Камч. топогр.-геодез. предприятие Федер. службы геодезии и картогр. России. Петропавловск-Камчатский, [2001]. — 42 с. — Алф. указ. улиц.
7. Федотов С.А., Соломатин А.В. «Долгосрочный сейсмический прогноз для Курило-Камчатской дуги на IX 2013-VIII 2018 гг.; характер сейсмичности в предшествующее пятилетие" ст-сб "Материалы региональной научной конференции, ""Вулканизм и связанные с ним процессы"», посвященной ДНЮ ВУЛКАНОЛОГА 27—28 марта 2014 г. — С. 234—241.