

УДК 550.3+004

ГИС-ПРОЕКТ «ПОВРЕЖДАЕМОСТЬ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ  
В Г. ПЕТРОПАВЛОВСКЕ-КАМЧАТСКОМ ПРИ СЕМИБАЛЛЬНОМ  
ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ 1971 ГОДА»

*Коновалова О.А.*

*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский*

В сообщении представлены результаты первого этапа создания ГИС-проекта «Повреждаемость зданий и сооружений в г. Петропавловске-Камчатском при семибалльном землетрясении 1971 года». Основным результатом данной работы является создание «Электронной карты сейсмического микрорайонирования г. Петропавловска-Камчатского м-ба 1:10000». 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. ГИС-проект содержит базу геоданных об объектах, вся информация о которых занесена в атрибутивные таблицы.

*Ключевые слова:* географическая информационная система (ГИС), сейсмическое микрорайонирование, сейсмическая опасность, база геоданных, атрибутивные таблицы.

## **Введение**

Проявление сильного землетрясения на территории большого города с повреждением большого числа зданий различного типа довольно редкое событие. По долгосрочному прогнозу [5] в районе Петропавловска-Камчатского в ближайшие годы ожидается сильнейшее землетрясение с магнитудой 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 «ВостСиб-ТИСИЗа» 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 данной работы, выполненной в рамках проекта «Научное обеспечение...»<sup>1</sup> является создание ГИС-проекта «Повреждаемость зданий и сооружений при семибалльном землетрясении 1971 года» средствами ArcView GIS 3.2, для последующего выявления факторов, повышающих возможность разрушения или повреждения зданий на объектах образования при сильном землетрясении.

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». Осуществив для этого выбор картографической проекции, привязку имеющейся информации к единой системе координат, преобразование карты на бумажном носителе в векторное изображение, а также создание отдельных тематических слоев.

ГИС-проект «Повреждаемость зданий и сооружений в г. Петропавловске-Камчатском при семибалльном землетрясении 1971 года» базируется на использовании современных геоинформационных технологий. Управление геоданными – одно из уникальных достоинств ГИС. ArcView, в рамках которого создавался настоящий ГИС-проект, предоставляет возможность географически, т.е. в наиболее наглядной и удобной для воспри-

---

<sup>1</sup> «Научно-методическое обеспечение снижения уровня сейсмического риска для профилактики чрезвычайных и кризисных ситуаций на объектах высших учебных заведений и школ в условиях Камчатского края». Проект № 1665 аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы (2009-2010 годы)» (научный руководитель: д. г.-м.н. Н.И. Селивёрстов, ответственный исполнитель к. г.-м.н. И.Ф. Делемень).

ятия форме отображать, исследовать, запрашивать и анализировать данные.

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 подробных данных сразу и в полном виде. При этом большое значение приобретают вопросы снижения сейсмического риска для исследуемой территории. Поэтому возникла необходимость создания ГИС-проекта с возможностью объединения различных данных на основе пространственной компоненты. Для того чтобы можно было использовать базу данных 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 базу, количество и разнообразие хранимых в ней данных.

### **Методика работы**

В ходе 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 координат 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» [3], 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 географической принадлежности – 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 [3].

Для территории г. Петропавловска-Камчатского наиболее благоприятной в сейсмическом отношении является подзона VIIa. Подзона VIIb также благоприятна, как в сейсмическом, так и в инженерно-геологическом отношении.

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

Десятибалльная зона в целом считается непригодной для строительства. Но в подзоне Xa при постановке дополнительных геофизических и инженерно-геологических исследований возможно выделение площади пригодной для жилья [3].

Методом оцифровки построены зоны с сейсмической опасностью VIII, IX, X баллов в количестве 110 объектов. 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.

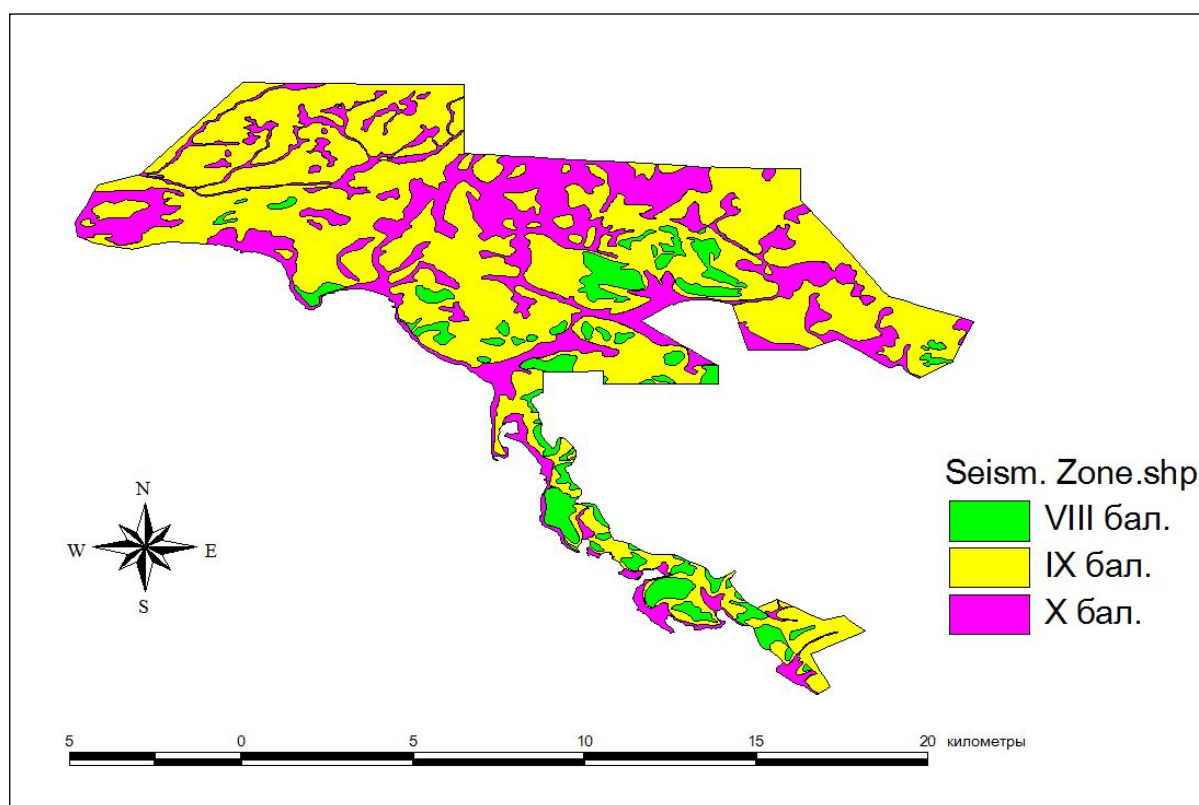


Рис. 1. Тема ГИС-проекта «Seism. Zone».

На втором этапе создания ГИС-проекта на карту с помощью Атласа города [4] были нанесены все деревянные здания и сооружения из бруса (рис. 2) обследованные в 1971-1974гг. [1,2]. Вся информация о них (адрес, год постройки здания, этажность, тип постройки, описание полученных повреждений, степень повреждения здания и описание инженерно-

геологического разреза скважины, расположенной вблизи здания) отображена в качестве атрибутивных таблиц.

Город Петропавловск-Камчатский занимает почти 20-ти километровую полосу северного берега Авачинской бухты, с её локальными бухтами 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. Авачинский, м. Сероглазка, м. Сигнальный, м. Санникова, Петропавловская губа (рис. 3).

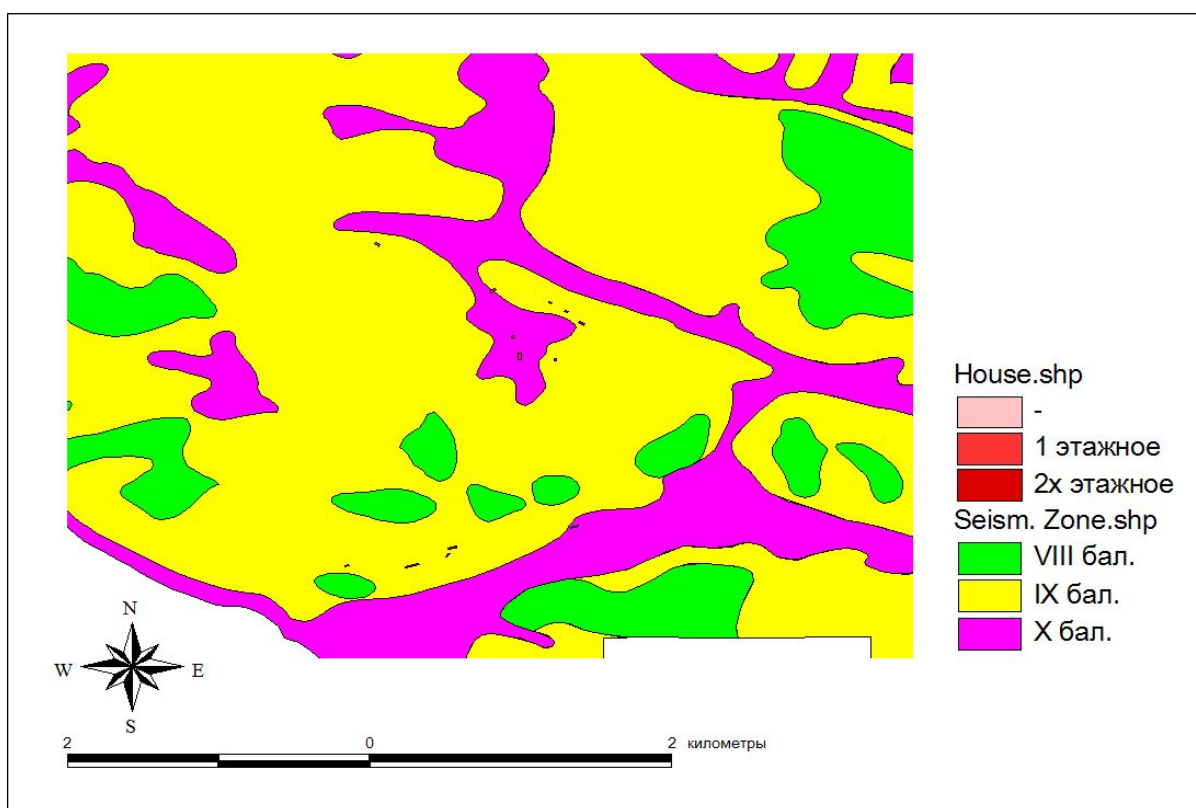


Рис. 2. Фрагмент полигонального слоя «House», отображающий обследованные здания и сооружения, нанесенные на карту ГИС-проекта.

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, находящийся в открытом доступе Ин-

тернет-сервис Google Earth. По снимкам были обновлены и уточнены границы водных объектов.

Все имеющиеся данные (растровые и текстовые) были организованы в базу геоданных, на основе которых создана «Электронная карта сейсмического районирования г. Петропавловска-Камчатского масштаба 1:10000» (рис. 3).

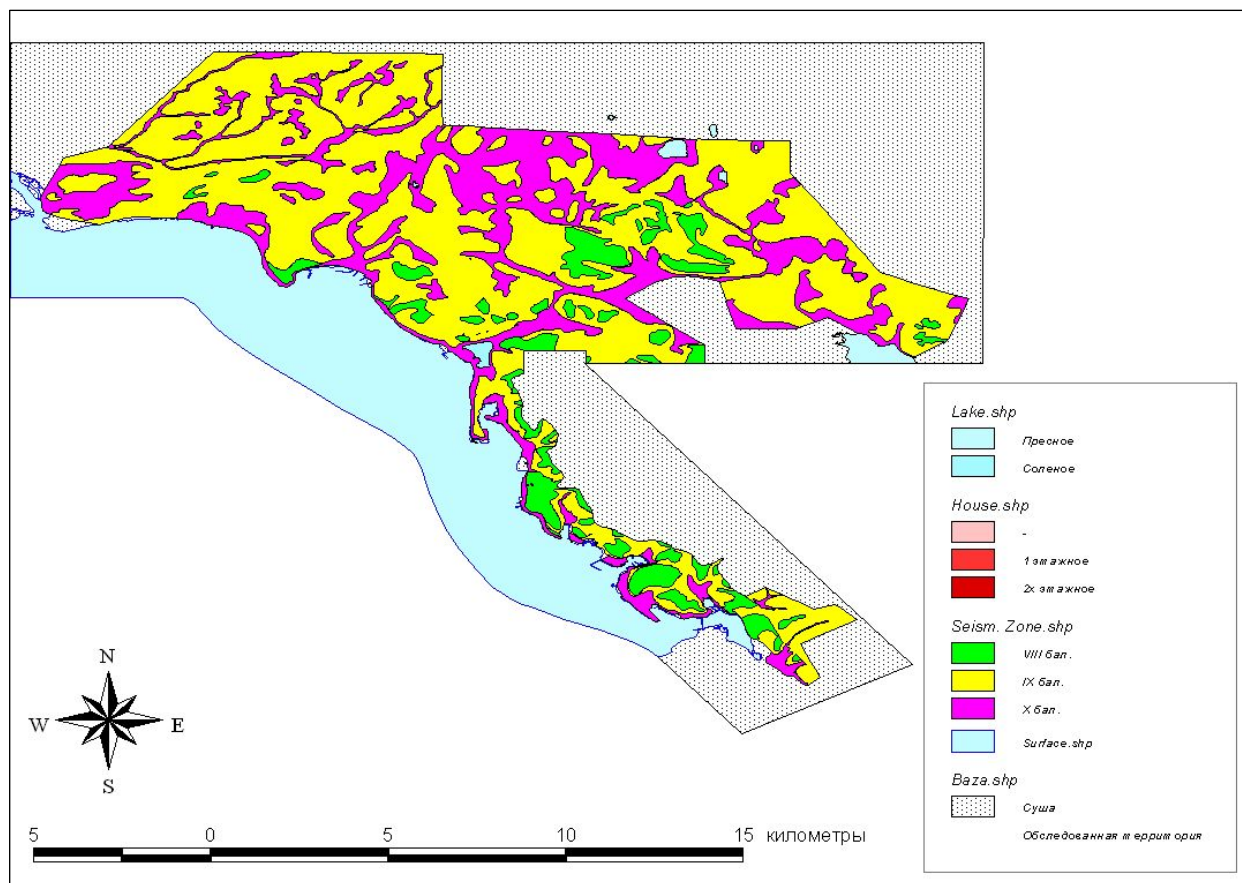


Рис. 3. Электронная карта сейсмического микрорайонирования г. Петропавловска-Камчатского масштаба 1:10000.

С увеличением масштаба изображения постепенно увеличивается детальность отображения картографических объектов, отображаются названия гидрографических объектов, адреса зданий и т.д.

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 и т.п.

### **Результаты**

Создан ГИС-проект «Повреждаемость зданий и сооружений в г. Петропавловске-Камчатском при семибалльном землетрясении 1971 года» с помощью создания электронной базы данных средствами ArcView GIS 3.2, с учетом требований, предъявляемых к ГИС-проекту. В основе ГИС-проекта лежат пространственные и атрибутивные данные. Прежде всего, это информация о зонах с сейсмической опасностью VIII, IX, X баллов, адресный реестр, степень повреждения, тип постройки обследованных зданий и сооружений. Для этого в базу данных были введены материалы прошлых изысканий. Вся информация находится в актуализированном состоянии и продолжает пополняться.

Итогом проделанной работы является «Электронная карта сейсмического микрорайонирования г. Петропавловска-Камчатского масштаба 1:10000».

### **Выводы**

Главным методологическим достижением применения ArcView GIS 3.2a при разработке данного проекта следует считать то, что ГИС позволили объединить и привязать к географической системе координат, представить и совместно анализировать большой массив собранных данных. На дальнейших этапах работ использование инструментов геопространственного анализа позволит решать разнообразные аналитические задачи.

Созданный ГИС-проект может использоваться как основа для работ по изучению причин повреждения зданий и сооружений при семибалльном землетрясении 1971 г., выявлению факторов, повышающих возможность разрушения или повреждения зданий на объектах образования при сильном землетрясении, поможет внести соответствующие коррективы (путем



построения сплайн-интерполяции) при уточнении границ 9-ти и 10-ти балльных зон.

Данный ГИС-проект является первым шагом по созданию обширной базы данных для хранения, систематизации, анализа и интерпретации данных, 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: Н.И. Селивёрстову, И.Ф. Делемену за постановку задачи и Т.Г. Константиновой (КФ ГС РАН) за предоставленные материалы об обследованных в 1971-1974гг. зданиях и сооружениях.

#### ЛИТЕРАТУРА

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. Константинова Т.Г., Шарапов В.Г. О принципах построения карты сейсмического микрорайонирования территории г. Петропавловска-Камчатского. М., «Наука», 1977.
4. Петропавловск-Камчатский: атлас города: картогр. издание / Камч. топогр.-геодез. предприятие Федер. службы геодезии и картогр. России. – Петропавловск-Камчатский, [2001]. – 42 с. – Алф. указ. улиц.
5. Федотов С.А., Соломатин А.В., Чернышев С.Д. Афтершоки и область очага Средне-Курильского землетрясения 15.XI 2006г.,  $M_s = 8.2$ ; Долгосрочный сейсмический прогноз для Курило-Камчатской дуги на IV 2008-III 2013 гг.// Вулканология и сейсмология. 2008. № 6. С. 3-23.

GIS-PROJECT «SEISMIC DAMAGE TO BUILDINGS IN PETROPAVLOVSK-KAMCHATSKY CAUSED BY THE M = 7.2 1971 EARTHQUAKE»

***Konovalova O.A.***

*Institute of Volcanology and Seismology FEB RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky*

The article provides the results from the first stage of GIS-project «Seismic damage to buildings in Petropavlovsk-Kamchatsky caused by the M=7.2 1971 earthquake». Creation of the digital map of seismic microzonation of Petropavlovsk-Kamchatsky at scale 1:10000 was the most essential part of this project. The map contains several layers including zones of seismic hazard at VIII, IX and X points, wooden buildings and hydrography data. The GIS- project contains the base of geographic. All data are organized in attributive tables.

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