

## **Автоматизированная оценка интенсивности сейсмических сотрясений по инструментальным данным в режиме квазиреального времени и ее использование в рамках Службы срочных сейсмических донесений на Камчатке**

© 2017 г. Д.В. Дрознин, Д.В. Чебров, С.Я. Дрознина, Д.А. Ототюк

*Камчатский филиал Федерального исследовательского центра “Единая геофизическая служба РАН”,  
г. Петропавловск-Камчатский, Россия*

Автор для переписки: С.Я. Дрознина, e-mail: [sva07@emsd.ru](mailto:sva07@emsd.ru)

### **Главное**

- Создан автоматизированный сервис оценки инструментальной интенсивности сотрясений
- Интенсивность оценивается по записи сильных движений в режиме квазиреального времени
- Акселерометры размещены в 55 пунктах, из них 21 вблизи Петропавловска-Камчатского
- Полученные оценки оперативно доводятся до сведения всех заинтересованных ведомств
- Успешно переданы 75 сводок о балльности землетрясений, включая Жупановское ( $M_W=7.2$ )

### **Аннотация**

В современном мире все большее внимание уделяется системам оперативного оповещения о сейсмических событиях. Условно такие системы можно разделить на несколько компонентов: системы, прогнозирующие развитие ситуации (например, система предупреждения о цунами), системы раннего предупреждения о землетрясениях, службы срочных донесений, а также системы мониторинга сейсмических воздействий и их последствий. В случае сильного землетрясения особую важность приобретает информация об интенсивности колебаний грунта на территории, попавшей под удар стихии. Такого рода данные жизненно необходимы при планировании спасательных работ. В то же время сбор подобной информации в условиях стихийного бедствия зачастую сильно затруднен по ряду причин – это человеческий фактор, проблемы со связью и т.д. Один из вариантов решения этой задачи – использование инструментальных данных о колебаниях грунта. Такие системы получили большое развитие в сейсмоактивных регионах мира. В условиях Камчатки, где происходят наиболее сильные землетрясения на планете и, следовательно, возможны экстремально высокие значения ускорений грунта, подобные системы должны основываться исключительно на сетях приборов сильных движений. Развитие системы сейсмологических наблюдений на Камчатке привело к созданию единой специализированной системы сбора, передачи, хранения и обработки сейсмической информации. Большой скачок в развитии системы наблюдения произошел в 2006–2011 гг. в рамках работ по модернизации Службы предупреждения о цунами. В результате этих работ на Камчатке была создана устойчиво функционирующая сеть станций сильных движений. В Камчатском филиале ФИЦ ЕГС РАН эта сеть была использована в качестве основы для создания систем мониторинга сейсмических воздействий в режиме квазиреального времени. В итоге был создан специальный автоматизированный сервис, позволяющий проводить оценку инструментальной сейсмической интенсивности по данным станций сильных движений в режиме квазиреального (близком к реальному) времени, и наглядно представлять полученные результаты. За время использования технология показала свою высокую информативность и активно используется в рамках Службы срочных донесений и Службы предупреждения о цунами в Камчатском и Сахалинском филиалах ФИЦ ЕГС РАН для оперативного оповещения заинтересованных организаций и ведомств об интенсивности сотрясений в районах пунктов наблюдений. Всего с момента ввода этого сервиса в эксплуатацию (в конце 2014 г.) было подано 75 сообщений об инструментальной интенсивности в различных пунктах Камчатского края и Северных Курил (о. Парамушир). Действующая в данный момент версия сервиса уже показала высокую

информативность и практическую применимость для специальных подразделений МЧС. Кроме того, оперативное оповещение улучшило координацию действий подразделений КФ ФИЦ ЕГС РАН, а результаты работы данной системы используются в ряде фундаментальных исследований. Дальнейшее развитие сервиса связано с созданием более плотных сетей приборов регистрации сильных движений и переводом процессов принятия решений и рассылки сообщений в автоматический режим.

**Ключевые слова:** землетрясения, цунами, система сбора данных, инструментальная сейсмическая интенсивность, система раннего предупреждения, служба срочных донесений, уменьшение последствий.

**Цитируйте эту статью как:** Дрознин Д.В., Чебров Д.В., Дрознина С.Я., Ототюк Д.А. Автоматизированная оценка интенсивности сейсмических сотрясений по инструментальным данным в режиме квазиреального времени и ее использование в рамках Службы срочных сейсмических донесений на Камчатке // *Сейсмические приборы*. 2017. Т. 53, № 3. С.5–19. DOI: 10.21455/si2017.3-1.

## Литература

- Антикаев Ф.Ф., Эртелева О.О., Бержинский Ю.А., Клячко М.А., Шестоперов Г.С., Стром А.Л. Проект новой российской сейсмической шкалы // *Инженерные изыскания*. 2011. № 10. С.62–71.
- Гордеев Е.И., Федотов С.А., Чебров В.Н. Детальные сейсмологические исследования на Камчатке в 1961–2011 гг., основные результаты // *Вулканология и сейсмология*. 2013. № 1. С. 3–17.
- Гусев А.А., Чубарова О.С. Региональные длиннопериодные магнитудные шкалы и их возможности для предупреждения о цунами // *Геофизические процессы и биосфера*. 2016. Т. 15, № 1. С.43–56.
- Дрознин Д.В., Дрознина С.Я. Интерактивная программа обработки сейсмических сигналов DIMAS // *Сейсмические приборы*. 2010. Т. 46, № 3. С.22–34.
- Левина В.И., Митюшкина С.В., Чеброва А.Ю., Иванова Е.И. Тумрокское-I землетрясение 16 июня 2003 г. с  $M_W=6.9$ ,  $I_0=6$  и Тумрокское-II землетрясение 10 июня 2004 г. с  $M_W=6.8$ ,  $I_0=5-6$  (Камчатка) // *Землетрясения Северной Евразии*, 2004. Обнинск: Геофизическая служба РАН, 2010. С.314–323.
- Медведев С.В. (Москва), Шпонхойер В. (Иена), Карник В. (Прага). Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. М.: МГК АН СССР, 1965. 11 с.
- Мишаткин В.Н., Захарченко Н.З., Чебров В.Н. Технические средства сейсмической подсистемы службы предупреждения о цунами // *Сейсмические приборы*. 2011. Т. 47, № 1. С.26–51.
- Петухин А.Г., Гусев А.А., Чебров В.Н. Корреляционные зависимости между высотой цунами и параметрами сильных движений грунта по данным землетрясений Японии // *Вулканология и сейсмология*. 2015. № 6. С.44–59.
- Чебров В.Н. Развитие системы сейсмологических наблюдений для целей предупреждения о цунами на Дальнем Востоке России // *Вестник КРАУНЦ. Серия Науки о Земле*. 2007. № 1. Вып. 9. С.27–36.
- Чебров Д.В., Гусев А.А. Автоматическое определение параметров цунамигенных землетрясений на Дальнем Востоке России в режиме реального времени: алгоритмы и программное обеспечение // *Сейсмические приборы*. 2010. Т. 46, № 3. С.35–57.
- Чебров В.Н., Гусев А.А., Гусяков В.К., Мишаткин В.Н., Поплавский А.А. Концепция развития системы сейсмологических наблюдений для целей предупреждения о цунами на Дальнем Востоке России // *Сейсмические приборы*. 2009. Т. 45, № 4. С.41–57.
- Чебров В.Н., Дрознин Д.В., Захарченко Н.З., Мишаткин В.Н., Сергеев В.А., Сеницын В.И., Шевченко Ю.В. Опорная сейсмическая станция “Петропавловск” для службы предупреждения о цунами // *Сейсмические приборы*. 2010. Т. 46, № 1. С.5–15.
- Чебров В.Н., Левин Ю.Н., Чебров Д.В., Ототюк Д.А., Викулина С.А. Работа сейсмической подсистемы службы предупреждения о цунами нового поколения по землетрясению в

- Японии 11 марта 2011 г.,  $M_W = 9.1$  // Наука и технологические разработки. 2011. Т. 90, № 1. С.13–26.
- Чебров В.Н., Дрознин Д.В., Кугаенко Ю.А., Левина В.И., Сеньюков С.Л., Сергеев В.А., Шевченко Ю.В., Яцук В.В.* Система детальных сейсмологических наблюдений на Камчатке в 2011 г. // Вулканология и сейсмология. 2013. № 1. С.18–40.
- Чебров В.Н., Кугаенко Ю.А., Абубакиров И.Р., Дрознина С.Я., Иванова Е.И., Матвеев Е.А., Митюшкина С.В., Ототюк Д.А., Павлов В.М., Раевская А.А., Салтыков В.А., Сеньюков С.Л., Серафимова Ю.К., Скоркина А.А., Титков Н.Н., Чебров Д.В.* Жупановское землетрясение 30.01.2016 г. с  $K_S=15.7$ ,  $M_W=7.2$ ,  $I=6$  // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2016. № 1. Вып. 29. С.5–16.
- Чебров Д.В., Гусев А.А., Чебров В.Н.* Моделирование карты изосейст сильного землетрясения на Камчатке с учетом анизотропии затухания // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Девятой международной сейсмологической школы. Республика Армения, 8–12 сентября 2014 г. Обнинск, 2014. С.340–344.
- Шебалин Н. В.* Об оценке сейсмической интенсивности // Сейсмическая шкала и методы измерения сейсмической интенсивности. М.: Наука, 1975. С.87–109.
- Barazangi M., Isacks B.* Lateral variations of seismic-wave attenuation in the upper mantle above the inclined earthquake zone of the Tonga Islands Arc: deep anomaly in the upper mantle // J. Geophys. Res. 1971. V. 76, N 35. P.8493–8516.
- Boore D., Skarlatoudis A., Margaris B., Papazachos C., Ventouzi C.* Along-arc and back-arc attenuation, site response, and source spectrum for the intermediate-depth 8 January 2006 M6.7 Kythera, Greece, earthquake // Bull. Seismol. Soc. Amer. 2009. V. 99, N 4. P.2410–2434.
- Papazachos C.B.* Anisotropic Radiation Modelling of Macroseismic Intensities for Estimation of the Attenuation Structure of the Upper Crust in Greece // Pure Appl. Geophysics. 1992. V. 138, N 3. P.445–469.
- Utsu T.* Regional differences in absorption of seismic waves in the upper mantle as inferred from abnormal distributions of seismic intensities // J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Jap. 1966. Ser. 7. V. 2, N 4. P.359–374.
- Wald D., Quitoriano V., Heaton T., Kanamori H., Scrivner C., Worden C.* TriNet “ShakeMaps”: Rapid generation of peak ground motion and intensity maps for earthquakes in Southern California // Earthquake Spectra. 1999. V. 15, N 3. P.537–555.
- Worden C.B., Wald D.J., Allen T.I., Lin K., Garcia D., Cua G.* A Revised Ground-Motion and Intensity Interpolation Scheme for ShakeMap // Bull. Seismol. Soc. Amer. 2010. V. 100, N 6. P.3083–3096.
- Yasuko Kuwata, Shiro Takada.* Instantaneous Instrumental Seismic Intensity and Evacuation. Journal of Natural Disaster Science. 2002. V. 24, N 1. P.35–42.

#### *Сведения об авторах*

**ДРОЗНИН Дмитрий Валериевич** – начальник сектора программного обеспечения РТСС, Камчатский филиал Федерального исследовательского центра “Единая геофизическая служба РАН”. 683006, г. Петропавловск-Камчатский, бульвар Пийпа, д. 9. Тел.: +7(4152) 21-81-06. E-mail: [ddv@emsd.ru](mailto:ddv@emsd.ru)

**ЧЕБРОВ Данила Викторович** – кандидат физико-математических наук, директор Камчатского филиала, Камчатский филиал Федерального исследовательского центра “Единая геофизическая служба РАН”. 683006, г. Петропавловск-Камчатский, бульвар Пийпа, д. 9. Тел.: +7(4152) 43-18-06. E-mail: [danila@emsd.ru](mailto:danila@emsd.ru)

**ДРОЗНИНА Светлана Ярославовна** – научный сотрудник, Камчатский филиал Федерального исследовательского центра “Единая геофизическая служба РАН”. 683006,

ISSN: 0131-6230, eISSN: 2312-6965, DOI: 10.21455/si, [http://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=25597](http://elibrary.ru/title_about.asp?id=25597)).  
English translation: *Seismic Instruments*, ISSN: 0747-9239 (Print) 1934-7871 (Online),  
<https://link.springer.com/journal/11990>

*Сейсмические приборы*. 2017. Т. 53, № 3, с.5-19. DOI: 10.21455/si2017.3-1

***The metadata in English is presented at the end of the article!***

---

г. Петропавловск-Камчатский, бульвар Пийпа, д. 9. Тел.: +7(4152) 21-81-30. E-mail:  
sva07@emsd.ru

**ОТОТЮК Дмитрий Анатольевич** – заведующий сектором “Петропавловск-Цунами”,  
Камчатский филиал Федерального исследовательского центра “Единая геофизическая служба  
РАН”. 683006, г. Петропавловск-Камчатский, бульвар Пийпа, д. 9. Тел.: +7(4152) 21-81-07.  
E-mail: oppets2@emsd.ru