УДК 550.34

ОБ ИЗМЕНЕНИИ СЕЙСМИЧЕСКОГО РЕЖИМА В ЧУЙСКО-КУРАЙСКОЙ ЗОНЕ ГОРНОГО АЛТАЯ В 1963–2016 гг.

Александр Федорович Еманов
Алтае-Саянский филиал ФИЦ «Единая геофизическая служба РАН», 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, доктор технических наук, директор; Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, 630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2, старший преподаватель, тел. (383)330-12-61, e-mail: emanov@gs.sbras.ru

Алексей Александрович Еманов
Алтае-Саянский филиал ФИЦ «Единая геофизическая служба РАН», 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, заместитель директора по науке; Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, старший научный сотрудник, тел. (383)330-52-66, e-mail: alex@gs.sbras.ru

Екатерина Викторовна Лескова
Алтае-Саянский филиал ФИЦ «Единая геофизическая служба РАН», 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник; Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, старший научный сотрудник, e-mail: katya@gs.sbras.ru

Александр Владимирович Фатеев
Алтае-Саянский филиал ФИЦ «Единая геофизическая служба РАН», 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, научный сотрудник; Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, ведущий инженер, e-mail: fateev@gs.sbras.ru

Приводятся результаты долголетних сейсмологических наблюдений в Чуйско-Курайской зоне Горного Алтая (1963–2016 гг.). Показаны пространственные изменения сейсмического режима: в связи с сильным Чуйским землетрясением (с Ms=7.3) в 2003 г. и последующие, начиная с 2007 г. с формированием активизаций в смежных с афтершоковой областью структурах.

Ключевые слова: сейсмологический мониторинг, Горный Алтай, Чуйское землетрясение, сейсмический режим.

ABOUT THE CHANGE OF THE SEISMIC REGIME IN THE CHUYA-KURAI ZONE OF GORNY ALTAI IN 1963–2016

Aleksandr F. Emanov
Altay-Sayan Branch of Geophysical Survey RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptyug Prospect 3, D. Sc., Director; Novosibisrk State University, 630090, Russia, Novosibirsk, 2 Pirogova St., Senior Lecturer, tel. (383)330-12-61, e-mail: emanov@gs.sbras.ru

Aleksey A. Emanov
Altay-Sayan Branch of Geophysical Survey RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptyug Prospect, Ph. D., Deputy Research Director; Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptyug Prospect, Senior Researcher, tel. (383)330-52-66, e-mail: alex@gs.sbras.ru

Ekaterina V. Leskova
Altay-Sayan Branch of Geophysical Survey RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptyug Prospect, Ph. D., Lead Researcher; Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptyug Prospect, Senior Researcher, e-mail: katya@gs.sbras.ru

Aleksander V. Fateev
Altay-Sayan Branch of Geophysical Survey RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptyug Prospect, Researcher; Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Russia, 630090, Novosibirsk, 3 Koptyug Prospect, Senior Engineer, e-mail: fateev@gs.sbras.ru

The results of many years of seismological observations in Chuya-Kurai zone of Gorny Altai (1963-2016) are given. The spatial variation of the seismic regime is shown. One of them connects with large Chuya earthquake 2003 (Ms=7.3), and another change is the subsequent gradual in recent years.

Key words: seismic monitoring, Gorny Altai, Chuya earthquake, seismic regime.

Чуйско-Курайская зона расположена на юге Горного Алтая и включает в себя Чуйскую и Курайскую впадины, разделенные Чаган-Узунским блоком и обрамленные с юго-запада Южно-Чуйским и Северо-Чуйским, а с севера и северо-востока – Курайским и Айгулакским хребтами (рис. 1).

Чуйско-Курайская зона за период около полувековых наблюдений региональной сетью (с 1963 года) отличалась повышенным количеством слабых землетрясений и полным отсутствием сильных [1]. В 2002 году началось формирование в этой зоне Алтайского сейсмологического полигона с расширением сети стационарных станций: к концу 2002 года их количество увеличилось с 3 до 12, а летом 2003 года – до 15 [2].

В период создания сети станций полигона задачи исследования были ориентированы на изучение закономерностей сейсмического процесса на уровне землетрясений малых энергий. Однако Чуйское землетрясение 27 сентября 2003 года (Ms = 7.3), произошедшее в центре создаваемой сети станций, оказалось сильнейшим за полувековой период инструментальных сейсмологических наблюдений в Алтае-Саянской области. Землетрясение породило уникальную по длительности сейсмическую активизацию: спустя десятилетие в эпицентральной зоне регистрируются сильные землетрясения с магнитудой вплоть до ML=6, что на многие годы определило направленность исследований в этом районе. Целью исследования на Алтайском сейсмологическом полигоне стали закономерности сейсмического процесса блоковых структур в условиях сжатия. Прежде всего решаются задачи о релаксации напряженного состояния во времени после крупного землетрясения, изучается возникновение и развитие новых сейсмических активизаций, ведется мониторинг параметров сейсмического

режима на локальном уровне, осуществляется исследование взаимосвязей фоновой сейсмичности с крупными землетрясениями, выполняется мониторинг скоростного строения.

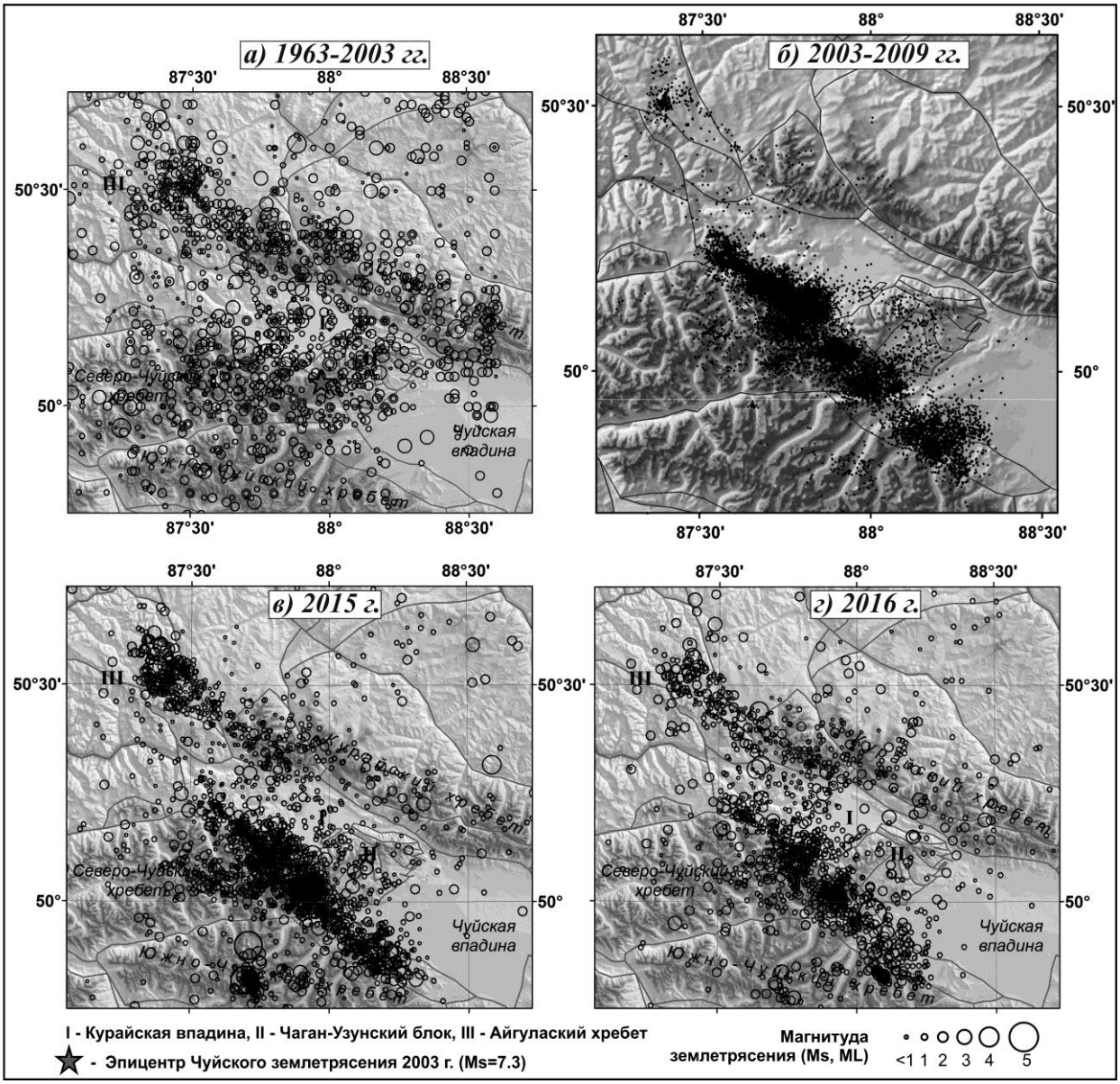

Рис. 1. Распространение сейсмичности в Чуйско-Курайской зоне Горного Алтая в 1963–2016 гг.:

а) период наблюдений до Чуйского землетрясения; б) период афтершоковой активности (представлены эпицентры землетрясений, положение которых рассчитано методом двойных разностей [7], без ранжирования по энергии); в) 2015 год; г) 2016 год

Формирование стационарной сети станций с первого же года дополнялось наблюдениями с временными станциями, выставляемыми в Чуйско-Курайской зоне преимущественно в летний период [1, 3–7]. Традиционно эпицентральные

наблюдения в зонах крупнейших землетрясений проводят в первый год после события и выявляют закономерности афтершоковой сейсмичности и напряженного состояния земной коры, наиболее близко описывающих состояние среды на момент главного события. Временные сети станций позволяют ориентировать систему наблюдений на протекающий сейсмический процесс и поставленные задачи.

Представляемая работа базируется на уникальных данных – впервые в практике современной российской сейсмологии ведется наблюдение сейсмичности с плотными сетями станций в период после сильного землетрясения в течение 13 лет (2003–2016 гг.). До 25 автономных сейсмостанций, дополнительно к стационарным станциям полигона, ежегодно с 2003 года выставляются в Чуйско-Курайской зоне Горного Алтая на срок до 3–4 месяцев. На основе данных обработки полученного материала составлен каталог, содержащий сведения о более чем 60 тыс. землетрясений с высокой точностью определения их положения (ошибка локации не превышает 2 км по координатам для более 80 % зарегистрированных событий) в большом диапазоне энергий (Ms = -2–7.3).

За полувековой период инструментальных наблюдений до Чуйского землетрясения (1963–2003 гг.) эпицентры толчков главным образом регистрировались в Северо-Чуйском, Курайском и Айгулакском хребтах (и одиночные события в Южно-Чуйском хребте (с энергетическим классом K<10) и во впадинах (рис. 1, а)).

Чуйское землетрясение, произошедшее в зоне сочленения Чаган-Узунского приподнятого блока с Северо-Чуйским хребтом (рис. 1, а), кардинально изменило пространственно-временные особенности сейсмического режима территории. Сейсмическая активность Курайского хребта ослабла в значительной степени, а линейная область афтершоков прошла по ранее сейсмически малоактивным участкам зоны: землетрясение породило линейную активизацию вдоль Северо-Чуйского и Южно-Чуйского хребтов (рис. 1, б).

Однако начиная с 2007 года сейсмичность стремится к распространению вдоль ранее активных зон, Айгулакского и Курайского хребтов [5]. Землетрясение 30 июля 2012 года с ML=6.1 ощущалось на всей территории Горного Алтая и в отдельных населенных пунктах соседних регионов – Алтайского края, Кемеровской области, республиках Хакасия и Тыва. Следует отметить, что именно в этой зоне до Чуйского землетрясения возникала время от времени роевая сейсмичность. После Чуйского землетрясения в течение пяти лет Айгулакский хребет был практически асейсмичен, и по мере ослабления афтершокового процесса Чуйского землетрясения сейсмическая активность локальной области Айгулакского хребта стала доминирующей в сейсмическом процессе Чуйско-Курайской зоны (рис. 1, в, г).

Кроме того, начиная с 2013 года начали активизироваться смежные структуры в Южно-Чуйском хребте с максимальными землетрясениями с локальной магнитудой около 6.

Таким образом, спустя десятилетие после Чуйского землетрясения сформировалась вторая линейная зона сейсмической активности, субпаралельная

афтершоковой области (рис. 1, в, г): Чуйская и Курайская впадины оказались между сейсмически активизированными структурами Курайского и Айгулакского хребтов с одной стороны и Северо-Чуйского и Южно-Чуйского хребтов с другой стороны. Курайская впадина пересечена линейными цепочками слабых землетрясений, что свидетельствует о крайне напряженном состоянии впадины. Сейсмическая активность усилилась и в Южно-Чуйском хребте. С юга от афтершоковой области начинает формироваться еще одна сейсмически активная зона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алтайский сейсмологический полигон: начальный этап становления и первые результаты / А.Ф. Еманов, Ю.И. Колесников, В.С. Селезнев и др. // Проблемы сейсмологии III-го тысячелетия: матер. междунар. геофиз. конференции, г. Новосибирск, 15–19 сентября 2003 г. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2003б. – С. 138–144.

2. Изучение землетрясений малых энергий на локальной сети Алтайского сейсмологического полигона. Напряжённо-деформированное состояние и сейсмичность литосферы / А.Ф. Еманов, Ю.И. Колесников, А.А. Еманов и др. // Труды Всероссийского совещания, г. Иркутск, 26-29 августа 2003 г. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2003а. – С. 324–326.

3. Наблюдения с временными сетями. Эпицентральная область Чуйского землетрясения 27.09.2003 г. с M=7.3. Наблюдения 2012-2013 гг. / А.А. Еманов, Е.В. Лескова, А.Ф. Еманов и др. // Землетрясения России в 2013 году. – Обнинск: ГС РАН, 2015. – С. 99–102.

4. Сейсмический мониторинг в эпицентральной зоне Чуйского землетрясения (Алтай) / А.Ф. Еманов, А.А. Еманов, Е.В. Лескова и др. // Землетрясения России в 2005 году. – Обнинск: ГС РАН, 2007. – С. 53–60.

5. Формирование смежных активизаций около эпицентральной области Чуйского землетрясения 27.09.2003 (Ms=7.3, Горный Алтай) / А. А. Еманов, Е. В. Лескова, А. Ф. Еманов и др. // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.). – Новосибирск : СГГА, 2014. Т. 2. – С. 67–72.

6. Чуйское землетрясение 27 сентября 2003 года с Ms=7.3, Кр=17 (Горный Алтай) / А.Ф. Еманов, А.А. Еманов, Е.В. Лескова и др. // Землетрясения Северной Евразии в 2003 году. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 326–343.

7. Элементы структуры и фазы развития афтершокового процесса Чуйского землетрясения / А.А. Еманов, Е.В. Лескова, А.Ф. Еманов, А.В. Фатеев // Физическая мезомеханика. – 2009. – Т. 12, № 1. – С. 29–36

© А. Ф. Еманов, А. А. Еманов, Е. В. Лескова, А. В. Фатеев, 2017