

DOI: 10.25558/VOSTNII.2020.94.41.001

УДК 550.834

© А.Ф. Еманов, А.А. Еманов, А.В. Фатеев, Е.В. Шевкунова, В.Г. Подкорытова,
О.В. Куприш, 2020

А.Ф. ЕМАНОВ

д-р техн. наук,
директор филиала
Алтае-Саянский филиал
ФИЦ «Единая геофизическая служба РАН»,
г. Новосибирск
e-mail: emanov@gs.nsc.ru



А.А. ЕМАНОВ

канд. геол.-минерал. наук,
заместитель директора по науке
Алтае-Саянский филиал
ФИЦ «Единая Геофизическая служба РАН»,
г. Новосибирск;
старший научный сотрудник
Институт нефтегазовой геологии и геофизики м. А.А. Трофимука
СО РАН
e-mail: alex@gs.nsc.ru



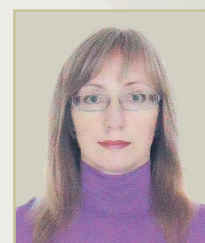
А.В. ФАТЕЕВ

старший научный сотрудник
Алтае-Саянский филиал
ФИЦ «Единая Геофизическая служба РАН»,
г. Новосибирск;
ведущий инженер
Институт нефтегазовой геологии и геофизики м. А.А. Трофимука
СО РАН
e-mail: fateev@gs.sbras.ru



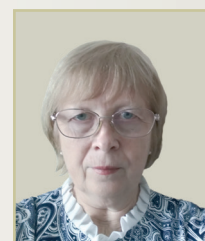
Е.В. ШЕВКУНОВА

научный сотрудник
Алтае-Саянский филиал
ФИЦ «Единая Геофизическая служба РАН»,
г. Новосибирск
e-mail: elenash@gs.sbras.ru



В.Г. ПОДКОРЫТОВА

научный сотрудник
Алтае-Саянский филиал
ФИЦ «Единая Геофизическая служба РАН»,
г. Новосибирск
e-mail: podk@gs.nsc.ru



О.В. КУПРИШ

младший научный сотрудник
Алтае-Саянский филиал
ФИЦ «Единая Геофизическая служба РАН»,
г. Новосибирск
e-mail: kuprish@gs.nsc.ru



ТЕХНОГЕННЫЕ СЕЙСМИЧЕСКИЕ АКТИВИЗАЦИИ В КУЗБАССЕ И ГОРНОЙ ШОРИИ

По результатам мониторинга сейсмичности в Кемеровской области изучаются сейсмические активизации около угольных предприятий и железорудных шахт. Показана пространственно-временная изменчивость наведённой сейсмичности в Кузбассе. Установлено, что наиболее сильные активизации недр в районе горных выработок протекают как кратковременные активизации длительностью 1-2 месяца и повторяющиеся несколько раз через один-два года. Следующие подобные активизации происходят уже на других объектах. Рассмотрена наведённая сейсмичность в Горной Шории. Обнаружен эффект частичной синхронизации развития сейсмичности на рудниках Казский, Шерегешский, Таштагольский, стоящих друг от друга на удалениях в сотни километров.

Ключевые слова: СЕЙСМОЛОГИЯ, НАВЕДЁННАЯ СЕЙСМИЧНОСТЬ, КУЗБАСС, ГОРНАЯ ШОРИЯ, РУДНИКИ, ШАХТЫ.

ВВЕДЕНИЕ

Бурное развитие горнодобывающей промышленности ставит на повестку дня вопросы обеспечения сейсмической безопасности в Кемеровской области. При этом рассматриваются вопросы развития сейсмичности в районе добычи угля (Кузнецкая впадина) и в районах добычи железной руды (Горная Шория). Заметное усиление сейсмичности в Кемеровской области произошло в 21 веке одновременно с возросшими объемами добычи полезных ископаемых.

Алтае-Саянская горная область, в составе которой Кузбасс и Горная Шория, имеет ячеистую структуру с сочетанием впадин и окружающих их хребтов. Характерным для сейсмичности региона в целом является повышенная сейсмичность горного обрамления впадин и практическая асейсмичность впадин [1]. Для детального изучения сейсмичности Кузбасса и контроля за сейсмическим воздействием промышленных взрывов в области была развита сеть сейсмологических станций (17 стационарных станций) [2], и в ряде случаев устанавливались временные

станции. В отличие от станций региональной сети, которые стоят преимущественно в горных обрамлениях на скальных породах, в Кузбассе большая часть сети располагается во впадине около угольных разрезов, что даёт возможность с повышенной точностью контролировать наведённую сейсмичность, сформировавшуюся под постоянным техногенным воздействием на недра.

В предыдущих исследованиях [1, 3-7] уже доказано существование наведённой сейсмичности в Кузнецкой впадине около горнодобывающих предприятий и отсутствие однозначной связи с разломами [8].

Сейсмичность в районе железнорудных месторождений Горной Шории изучалась после Таштагольского землетрясения 05.02.1988 [9], но в последующие годы этот район исследовался отдалёнными станциями и сетью горных ударов на шахте Таштагол [7].

Наведённая сейсмичность время от времени испытывает фазы активизаций, и в данной работе ставится задачей оценить, как возникают и протекают сейсмические активизации в Кемеровской области. Самой

крупной активизацией последнего столетия является сейсмический процесс, в составе которого произошло Бачатское землетрясение 18.06.2013 с магнитудой $M^1 = 6,1$. Подробное

описание этой сейсмической активизации дано в работах [4, 10]. Основное внимание в данной работе будет посвящено последующим активизациям.

ЭВОЛЮЦИЯ НАВЕДЁННОЙ СЕЙСМИЧНОСТИ В КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Таблица 1 отражает изменение по месяцам числа землетрясений и взрывов.

Таблица 1

Количество землетрясений и взрывов в Кемеровской области по месяцам 2014–2020 гг.

Месяц	Год													
	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	землетрясения	взрывы	землетрясения	взрывы	землетрясения	взрывы	землетрясения	взрывы	землетрясения	взрывы	землетрясения	взрывы	землетрясения	взрывы
Янв.	24	472	125	597	52	497	126	584	121	567	69	729	157	643
Фев.	33	482	85	589	35	674	164	625	78	733	64	802	12	94
Март	30	505	96	594	45	600	518	681	154	789	64	900		
Апр.	35	491	60	539	14	536	98	581	237	753	75	905		
Май	35	432	32	453	12	517	146	549	213	770	84	781		
Июнь	50	479	27	478	16	527	124	517	265	732	46	724		
Июль	60	500	48	499	21	528	106	556	58	707	149	815		
Авг.	92	471	35	369	31	550	97	610	30	748	164	761		
Сент.	59	437	35	495	25	577	87	616	44	685	68	714		
Окт.	78	500	35	510	48	517	93	654	158	822	45	711		
Ноя.	79	462	50	503	66	581	132	494	30	821	50	687		
Дек.	67	637	53	580	140	657	171	697	43	850	87	785		
Итого	642	5868	681	6206	505	6761	1862	7164	1199	8977	965	9314	169	737

С 2014 по 2020 гг. идёт плавное увеличение количества взрывов в Кемеровской области от 5868 в 2014 году до 9314 в 2019 году. По количеству техногенных землетрясений такой монотонности нет. Представленные графики (рис. 1) более наглядно представляют изме-

нение числа взрывов и землетрясений после Бачатского землетрясения. В общем, изменение числа взрывов и землетрясений — два не увязанных процесса, но количество событий считалось без учета их энергий.

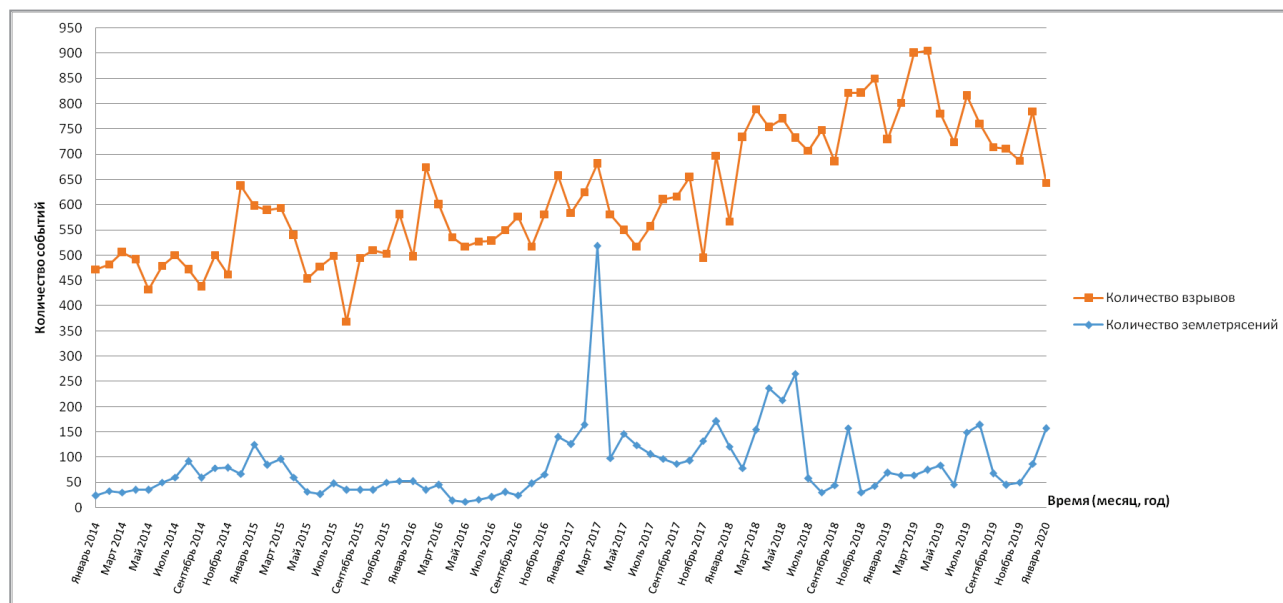


Рис. 1. Изменение количества взрывов и землетрясений в Кемеровской области с 2014 по 2020 гг. Каждая точка — количество взрывов за месяц

Таблица 2

Суммарная сейсмическая энергия в Кемеровской области по месяцам 2014–2020 гг.

Месяц	Год											
	2014			2015			2016			2017		
	земле- трясения	взрывы	земле- трясения	земле- трясения	взрывы	земле- трясения	земле- трясения	взрывы	земле- трясения	земле- трясения	взрывы	земле- трясения
Янв.	167.789	3003.462	616.799	3677.711	284.258	3108.386	527.72	3699.631	540.806	3506.614	389.539	4484.634
Фев.	176.481	3094.202	420.36	3690.288	183.686	4170.859	704.881	3927.217	345.398	4469.113	382.785	4924.871
Март	169.218	3236.059	491.94	3790.873	235.868	3801.461	2184.103	4242.777	682.126	4840.012	381.801	5481.004
Апр.	201.575	3246.823	281.817	3481.34	72.689	3374.952	425.403	3646.966	722.8	4756.253	410.233	5536.207
Май	230.46	2825.281	153.149	2916.242	56.739	3284.05	661.82	3682.147	961.911	4813.831	466.903	4732.255
Июнь	291.539	3115.415	131.624	3121.678	84.76	3337.627	489.661	3872.214	1185.268	4533.9	256.798	4425.382
Июль	948.62	3210.515	246.192	3256.458	124.512	3427.286	435.628	3504.664	748.005	4375.52	895.742	4989.614
Авг.	464.466	3114.868	161.296	3108.443	142.898	3560.146	382.036	3793.939	501.421	4678.459	956.447	4625.088
Сент.	301.931	2929.262	156.162	3241.511	127.116	3713.054	384.15	3826.143	1926.149	4255.996	383.384	4385.699
Окт.	443.416	3247.385	203.95	3306.518	259.416	3288.281	425.637	4094.696	609.518	5037.361	222.471	4377.021
Ноя.	395.111	3021.136	266.441	3223.056	380.424	3700.359	581.344	4322.604	172.394	5049.054	275.501	4197.834
Дек.	361.58	4094.074	269.52	3689.527	615.71	4153.944	742.866	4359.208	224.562	5175.668	481	4807.739
Итого	4152.19	38138.48	3399.25	40503.65	2568.08	42920.41	7945.25	46972.21	8620.36	55491.78	5502.6	56967.35
												851.16
												3861.07

В таблице 2 представлены данные об изменении суммарной сейсмической энергии за месяц в течение пятилетнего периода. Более наглядно эволюцию сейсмичности можно видеть на рис. 2. Как по числу событий за месяц, так и по суммарной энергии за месяц для промышленных взрывов наблюдается рост до 2019 года и небольшое снижение к 2020 году. За пятилетний период выделяются несколько сейсмических активизаций, возвышающихся над общим фоном наведённой сейсмичности в Кемеровской области. Первая активизация, июнь 2014 года, приурочена к Бачатскому угольному разрезу; вторая активизация, в

марте 2017 года, соответствует активизации в районе Калтанского угольного разреза и со связанной с ней активизацией шахты «Алардинская»; третья, в мае 2018 года, и четвёртая, в сентябре 2018 года, — активизации того же района; пятая активизация, июль–август 2019 года, — активизации в Горной Шории (Каз, Шерегеш). Сейсмические активизации кратковременные и доминирующие как по числу событий, так и по энергии над общим фоном сейсмичности. При этом один и тот же участок (разрез, шахта) активен в виде серии кратковременных активизаций.

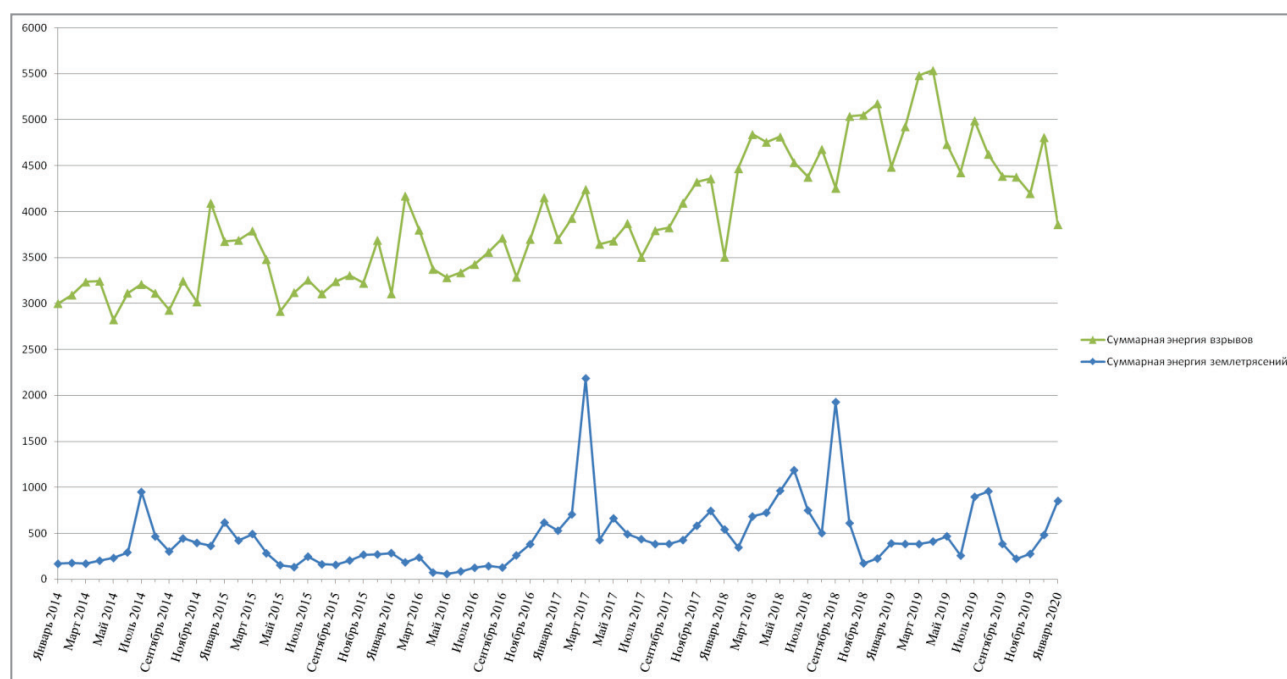


Рис. 2. Изменение суммарной сейсмической энергии в Кемеровской области с 2014 по 2020 гг. Каждая точка — величина суммарной энергии за месяц

Сейсмический режим в Кемеровской области испытывает постоянные изменения во времени и пространстве, и поэтому выполняется поквартальный мониторинг сейсмической активности. На рис. 3 представлена

карта плотности землетрясений за первый квартал 2019 года, демонстрирующих наибольшую активность в районах г. Полысаево и в районе предприятий шахты «Распадская».

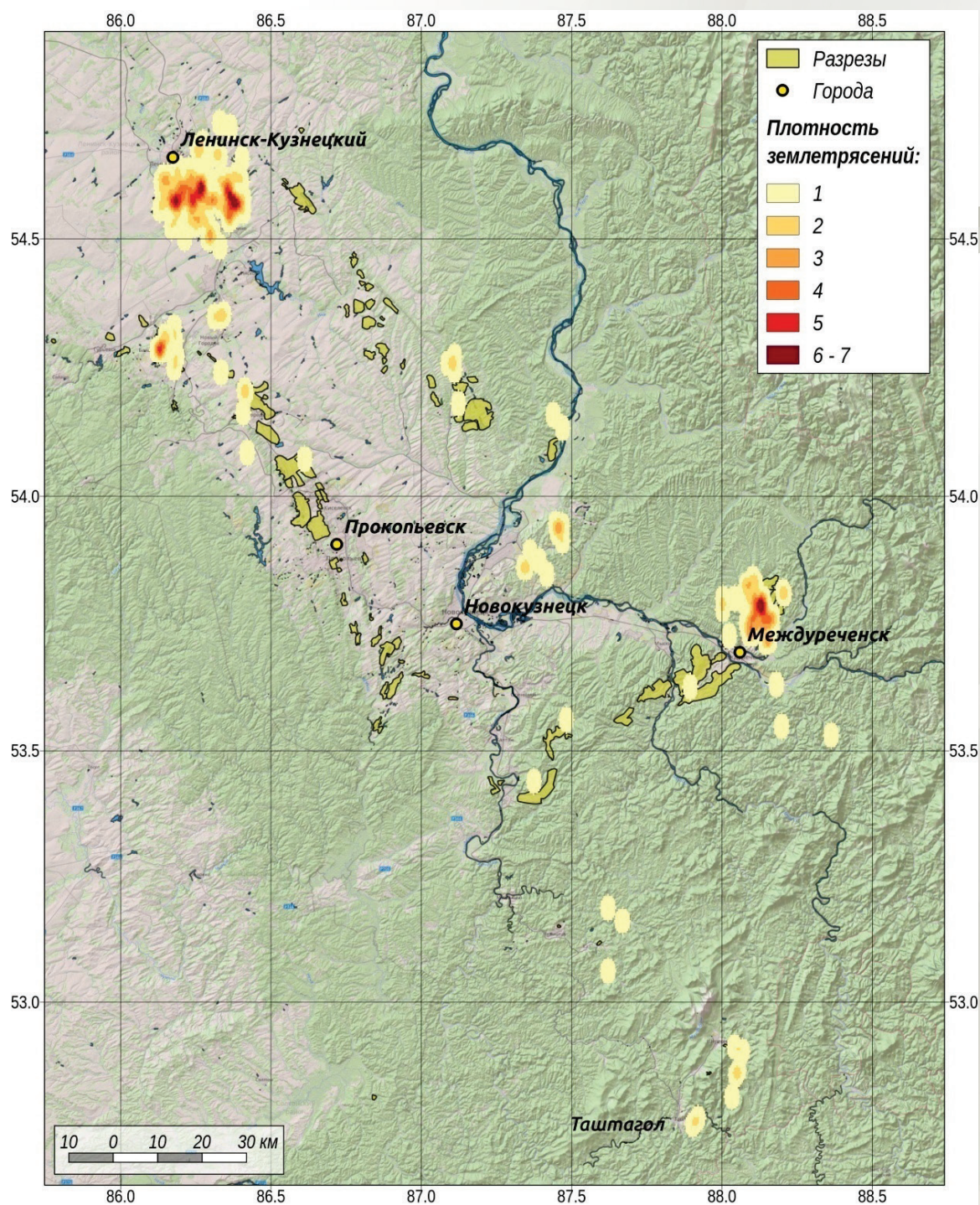


Рис. 3. Карта плотности землетрясений в Кузбассе за первый квартал 2019 г.

Сейсмичность разрезом, активных в предыдущие годы (Бачатского, Калтанского и др.), существует, но не является доминирующей в первом квартале 2019 года. В 2019 году существенные изменения в сейсмичности происходят с начала третьего квартала. Наиболее заметна сейсмичность в районе Горной Шории, а именно около шахты «Казская».

Второй по активности район — около разрезом на линии посёлков Большая и Малая Талда, Октябрьский. В районе г. Полысаево и в районе шахты «Распадская» сейсмичность в значительной степени затихла. В слабой степени проявляет себя район шахты «Шерешская».

Некоторые сейсмические активизации в

районе угольных шахт неоднократно рассматривались и детально изучались в работах [1, 2, 4, 10], но в последние годы повысилась сейсмическая активность в Горной Шории в местах расположения железорудных шахт:

«Казская», «Шерегешская» и «Таштагольская». Хорошо известно крупное Таштагольское землетрясение 05.02.1988, которое изучалось с сетью временных станций в эпицентральной зоне [9].

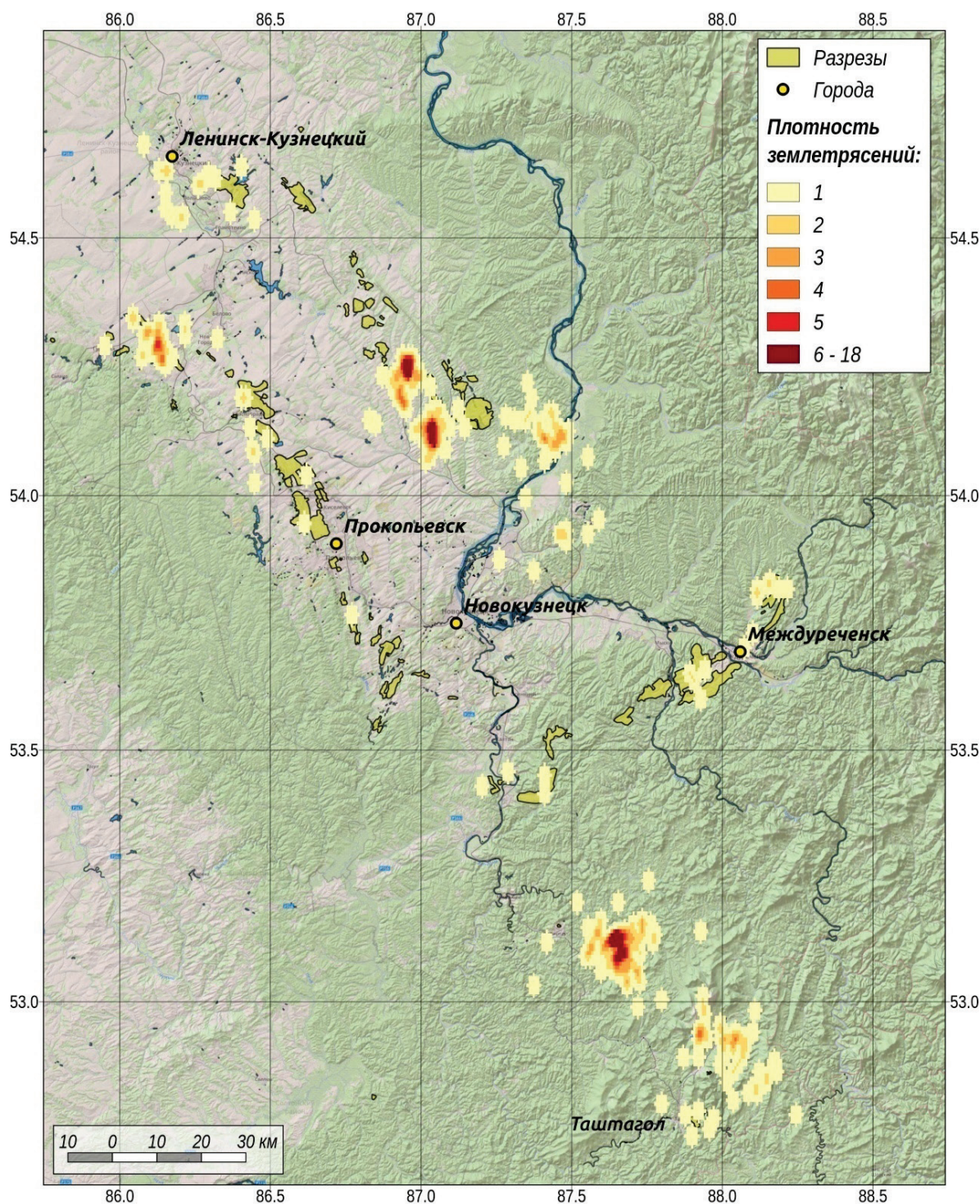


Рис. 4. Карта плотности землетрясений в Кузбассе за третий квартал 2019 г.

Изменчивость сейсмической активности наблюдается и в последующее время. На рис. 5 можно видеть, что в Горной Шории наибольшую активность демонстрирует район шахты «Шерегешская». Также произошли

изменения в сейсмической активности угольных предприятий. Наибольшее число землетрясений происходит в районе г. Полысаево и с востока от г. Новокузнецка.

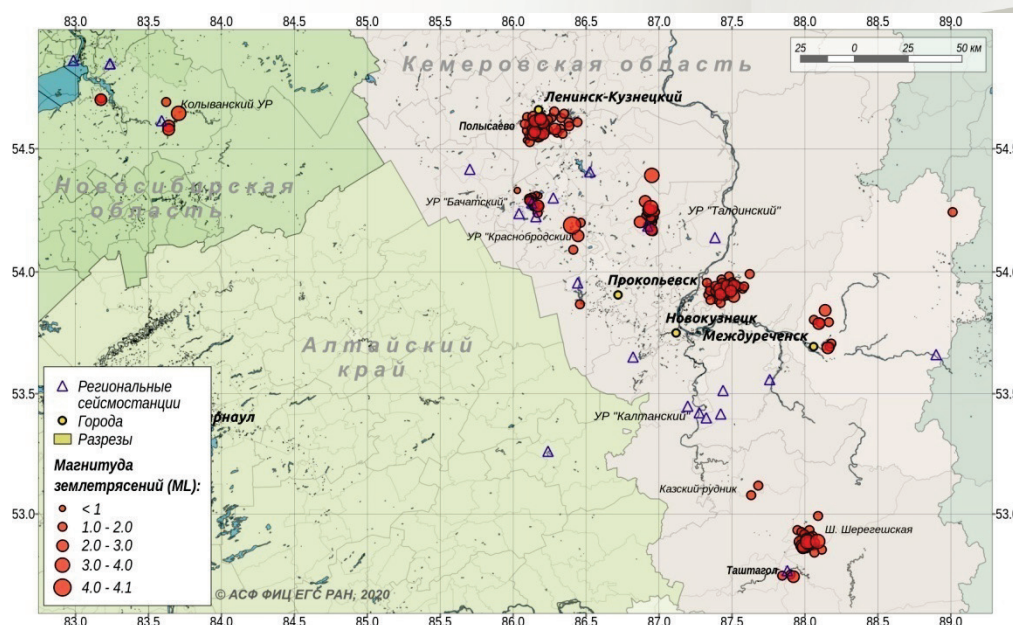


Рис. 5. Карта эпицентров землетрясений начала 2020 г. (207 землетрясений до 13 февраля)

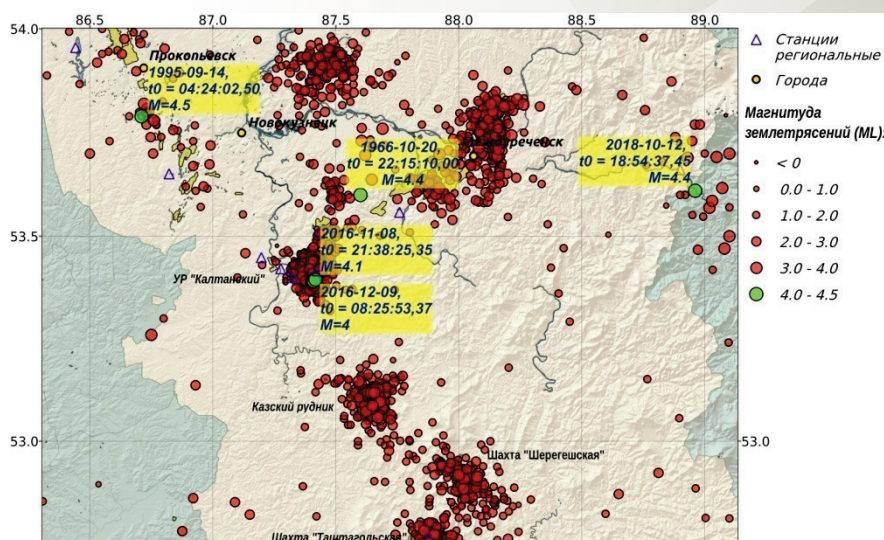
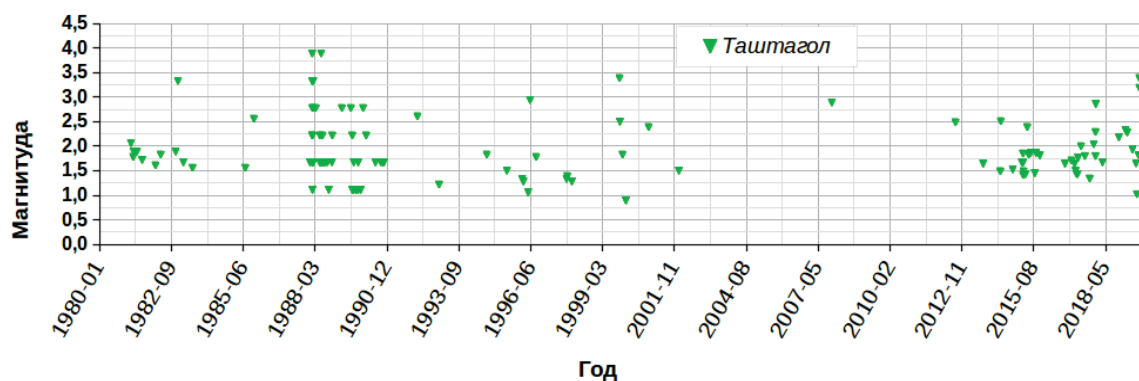


Рис. 6. Карта эпицентров землетрясений Юга Кузбасса 1963–2020 гг. (до 31 января 2020 г.)

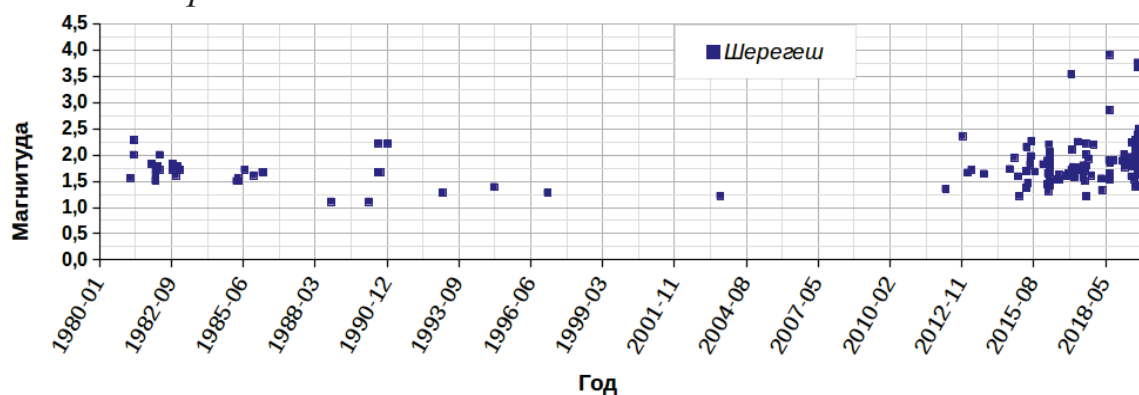
На рис. 6 показано, что сейсмичность районов железорудных шахт велика на протяжении десятилетий и сопоставима с сейсмичностью угольных предприятий. Наведённая сейсмичность в этом районе доминирует над

развитием природной сейсмичности, представленной в виде отдельных событий в основном в горных районах Кемеровской области.

Шахта Таштагольская:



Шахта Шерегешская:



Шахта Каз:

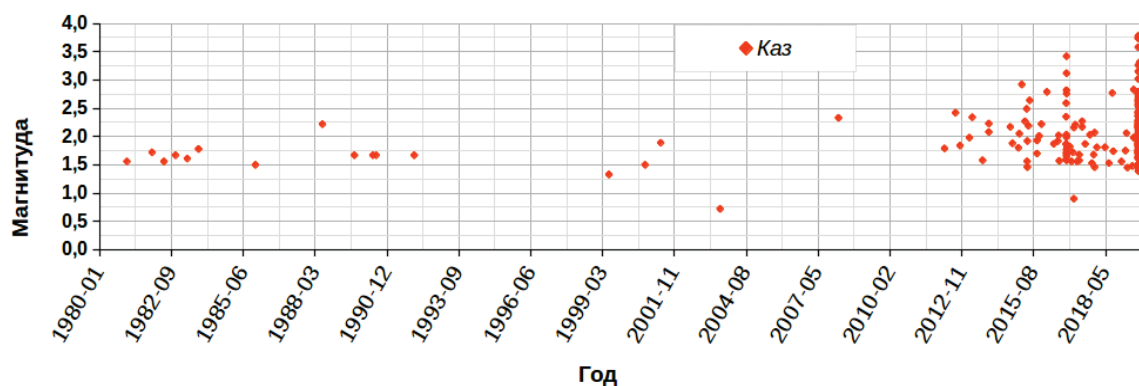


Рис. 7. Развитие во времени сейсмичности около железорудных шахт Горной Шории с 1980 по 2020 годы

На рис. 7 представлено развитие во времени сейсмичности около шахт. Видно, что сейсмичность шахт отличается друг от друга. До настоящего времени самым сейсмически активным был район Таштагола. Пиком активизации был 1988 год, и активность наблюдалась до 2001 года, начиная с которого по 2011 год землетрясения практически отсутствуют. С 2013 года отмечается нарастающее

усиление сейсмичности до магнитуд 3.

Район шахты «Шерегешская» характеризовался проявлениями слабой сейсмичности до 1996 года. С 1996 по 2012 годы в этом районе сейсмическое затишье. С 2012 г. начинается усиливающийся во времени процесс с наиболее сильными событиями с магнитудами, близкими к значению 4.

Район шахты «Казская» до 1992 года ха-

рактируется стабильной слабой сейсмичностью, а с 1992 по 2011 годы чередованием полной асейсмичности с редкими слабыми землетрясениями. С 2012 года наблюдается нарастающее усиление сейсмичности. В этом районе на фоне усиления числа землетрясений возникают кратковременные активизации с большим количеством землетрясений при увеличении магнитуды максимального события при каждой последующей пульсации активности. Магнитуды сильнейших землетрясений находятся в интервале от 3,5 до 4.

Обращает на себя внимание одновременное усиление сейсмической активности начиная с 2012 года в районе всех трёх шахт в Горной Шории с максимальными землетрясениями в 2019–2020 годах.

ВЫВОДЫ

- Наведённая сейсмичность в Кемеровской области развивается в Кузнецкой впадине около предприятий, добывающих уголь, и в Горной Шории около железорудных шахт.
- Наведённая сейсмичность развивается как нестационарный процесс с изменением

сейсмической активности во времени и пространстве, что требует постоянного контроля за регионом с целью предупреждения о местах с наибольшей сейсмической активностью.

- Сильнейшие активизации протекают как кратковременный процесс (1–2 месяца). В районе одного предприятия происходят несколько активизаций в интервале в первые годы.

- Сильнейшие активизации в последнее десятилетие происходили и изучались в районе разреза Бачатский и в районе разреза Калтанский с активизированной шахтой «Алардинская».

- В Горной Шории установлен факт сейсмической активизации районов шахт «Шерегешская», «Казская» и «Таштагольская». Для всех трёх шахт с 2012 года наблюдается нарастающее во времени развитие сейсмичности. Синхронность процессов неполная, но присутствует, что позволяет говорить о присутствии меняющегося во времени природного регионального процесса в Горной Шории, сочетающегося с техногенным воздействием на земную кору. В данный момент такое сочетание приводит к усилению сейсмичности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Лескова Е.В., Селезнёв В.С., Манушина О.А., Смоглюк А.С., Шевкунова Е.В. Техногенная сейсмичность шахты «Распадская» // Землетрясения России в 2012 году. Обнинск: ГС РАН, 2012. С. 90–95.
2. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Лескова Е.В., Корабельщиков Д.Г., Дураченко А.В. Система мониторинга наведённой сейсмичности Кузбасса и триггерные эффекты в развитии сейсмического процесса // Материалы III Всероссийского семинара-совещания «Триггерные эффекты в геосистемах». 2015. С. 190–199.
3. Адушкин В.В. Триггерная сейсмичность Кузбасса // Материалы Всероссийского семинара-совещания «Триггерные эффекты в геосистемах». 2015. С. 8–28.
4. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Лескова Е.В. Техногенное Бачатское землетрясение 18.06.2013 в Кузбассе — сильнейшее в мире при добыче твёрдых полезных ископаемых // Вопросы инженерной сейсмологии. 2016. Т. 43. № 4. С. 34–60.
5. Еманов А.А., Еманов А.Ф., Фатеев А.В., Лескова Е.В. Одновременное воздействие открытых и подземных горных работ на недра и наведённая сейсмичность // Вопросы инженерной сейсмологии. 2017. Т. 44. № 4. С. 51–62.
6. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Шевкунова Е.В., Ворона У.Ю., Серёжников Н.А. Сейсмический эффект промышленных взрывов и основные закономерности формирования и развития сейсмичности около шахт и разрезов Кузбасса // Вестник Научного центра ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности. 2018. № 3. С. 58–74.

7. Опарин В.Н., Сашурин А.Д., Кулаков Г.И., Леонтьев А.В. и др. Современная геодинамика массива горных пород верхней части литосферы: истоки параметры, воздействие на объекты недропользования. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. 449 с.

8. Новиков И.С., Черкас О.В., Мамедов Г.М., Симонов Ю.Г., Симонова Т.Ю., Наставко В.Г. Основные черты новейшей блоковой делимости Кузбасса // Геология и геофизика. 2013. Т. 54. № 3. С. 424–437.

9. Дергачёв А.А., Филина А.Г. Детальные сейсмологические наблюдения в эпицентральной зоне Таштагольского землетрясения 05.02.1988 г. // Исследования по созданию научных основ прогноза землетрясений в Сибири. 1990. С. 37–42.

10. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В. Бачатское техногенное землетрясение 18 июня 2013 г. с $M_L=6.1$, $I_0=7$ (Кузбасс) // Российский сейсмологический журнал. 2020. Т. 2. № 1. С. 48–61.

11. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Филина А.Г., Кунгурцев Л.В., Лескова Е.В., Шейкина Ж.В., Ярыгина М.А. Пространственно-временной анализ сейсмичности Алтае-Саянской складчатой области // Проблемы сейсмологии III-го тысячелетия: материалы Международной конференции. Новосибирск, 2003. С. 73–86.

12. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Филина А.Г., Лескова Е.В., Колесников Ю.И., Рудаков А.Д. Общее и индивидуальное в развитии афтершоковых процессов крупнейших землетрясений Алтае-Саянской горной области // Физическая мезомеханика. 2006. Т. 9. № 1. С. 33–44.

DOI: 10.25558/VOSTNII.2020.94.41.001

UDC 550.834

**© A.F. Emanov, A.A. Emanov, A.V. Fateyev, E.V. Shevkunova, V.G. Podkorytova,
O.V. Kuprish, 2020**

A.F. EMANOV

Doctor Of Engineering Sciences,
Branch Director

Altay-Sayan Branch of FRC «United Geophysical Survey RAS», Novosibirsk
e-mail: emanov@gs.nsc.ru

A.A. EMANOV

Candidate of Geologo-Mineralogical Sciences,
Deputy Director for Research

Altay-Sayan Branch of FRC «United Geophysical Survey RAS», Novosibirsk;
Senior Researcher
A.A. Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS
e-mail: alex@gs.nsc.ru

A.V. FATEEV

Senior Research Scientist

Altay-Sayan Branch of FRC «United Geophysical Survey RAS», Novosibirsk;
Senior Engineer

A.A. Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS
e-mail: fateev@gs.nsc.ru

E.V. SHEVKUNOVA

Researcher

Altay-Sayan Branch of FRC «United Geophysical Survey RAS»,

Novosibirsk

e-mail: elenash@gs.nsc.ru

V.G. PODKORYTOVA

Researcher

Altay-Sayan Branch of FRC «United Geophysical Survey RAS»,

Novosibirsk

e-mail: podk@gs.nsc.ru

O.V. KUPRISH

Junior researcher

Altay-Sayan Branch of FRC «United Geophysical Survey RAS»,

Novosibirsk

e-mail: kuprish@gs.nsc.ru

TECHNOGENIC SEISMIC ACTIVIZATION IN KUZBASS AND MOUNTAIN SHORIA

According to the results of seismicity monitoring in the Kemerovo region, seismic activations are studied near coal enterprises and iron ore mines. Spatial-temporal variability of induced seismicity in Kuzbass is shown. It has been established that the strongest subsoil activations in the area of mining occur as short-term activations lasting 1-2 months and repeated several times in one to two years. The following similar activations are already taking place at other objects. Induced seismicity in Mountain Shoria is considered. The effect of partial synchronization of the development of seismicity was discovered at the Kazsky, Sheregeshsky, Tashtagolsky mines, located one hundred kilometers apart.

Keywords: SEISMOLOGY, INDUCED SEISMICITY, KUZBASS, MOUNTAIN SHORIA, MINING CAMP, MINES.

REFERENCES

1. Emanov A.F., Emanov A.A., Fateev A.V., Leskova E.V., Seleznev V.S., Manushina O.A., Smoglyuk A.S., Shevkunova E.V. Technogenic seismicity of the Raspadskaya mine // Earthquakes of Russia in 2012. Obninsk: GS RAS, 2012. P. 90–95. (In Russ.).
2. Emanov A.F., Emanov A.A., Fateev A.V., Leskova E.V., Korabelschikov D.G., Durachenko A.V. Kuzbass induced seismicity monitoring system and trigger effects in the development of the seismic process // Materials of the III All-Russian seminar-meeting «Trigger effects in geosystems» [Materialy III Vserossiyskogo seminar-soveshchaniya «Triggernyye efekty v geosistemakh»]. 2015. P. 190–199. (In Russ.).
3. Adushkin V.V. Kuzbass trigger seismicity // Materials of the All-Russian seminar-meeting «Trigger effects in geosystems» [Materialy III Vserossiyskogo seminar-soveshchaniya «Triggernyye efekty v geosistemakh»]. 2015. P. 8–28. (In Russ.).
4. Emanov A.F., Emanov A.A., Fateev A.V., Leskova E.V. The technogenic Bachat earthquake of 06.18. 2013 in Kuzbass is the strongest in the world in the extraction of solid minerals // Issues of Engineering Seismology [Voprosy inzhenernoy seysmologii]. 2016. V. 43. No. 4. P. 34–60. (In Russ.).
5. Emanov A.A., Emanov A.F., Fateev A.V., Leskova E.V. The simultaneous impact of open and underground mining on the bowels and induced seismicity // Issues of engineering seismology [Voprosy inzhenernoy seysmologii]. 2017. V. 44. No. 4. P. 51–62. (In Russ.).
6. Emanov A.F., Emanov A.A., Fateev A.V., Shevkunova E.V., Vorona U.Yu., Seryozhnikov N.A. The seismic effect of industrial explosions and the basic laws of the formation and development of

seismicity around mines and sections of the Kuzbass // Bulletin of the Scientific Center of VostNII Industrial and Environmental Safety [Vestnik Nauchnogo tsentra VostNII po promyshlennoy i ekologicheskoy bezopasnosti]. No. 3. 2018. P. 58–74. (In Russ.).

7. Oparin V.N., Sashurin A.D., Kulakov G.I., Leontiev A.V. et al. Modern geodynamics of the rock mass of the upper part of the lithosphere: sources of parameters, impact on subsoil use objects. Novosibirsk: Publishing House of the SB RAS, 2008. 449 p. (In Russ.).

8. Novikov I.S., Cherkas O.V., Mamedov G.M., Simonov Yu.G., Simonova T.Yu., Nastavko V.G. The main features of the latest block divisibility of the Kuzbass // Geology and geophysics [Geologiya i geofizika]. 2013. V. 54. No. 3. P. 424–437. (In Russ.).

9. Dergachev A.A., Filina A.G. Detailed seismological observations in the epicentral zone of the Tashtagol earthquake 02.05.1988 // In the collection: Research on the creation of the scientific basis for the prediction of earthquakes in Siberia [Issledovaniya po sozdaniyu nauchnykh osnov prognoza zemletryaseniy v Sibiri]. 1990. P. 37–42. (In Russ.).

10. Emanov A.F., Emanov A.A., Fateev A.V. Bachatsky man-made earthquake on June 18, 2013. with $ML=6.1$, $I_0=7$ (Kuzbass) // Russian Seismological Journal [Rossiyskiy seysmologicheskiy zhurnal]. 2020. V. 2. No. 1. P. 48–61. (In Russ.).

10. Emanov A.F., Emanov A.A., Filina A.G., Kungurtsev L.V., Leskova E.V., Sheykina Zh.V., Yarygina M.A. Spatio-temporal analysis of seismicity of the Altai-Sayan folded region // Problems of seismology of the 3rd millennium: proceedings of international conferences [Problemy seysmologii III-go tysyacheletiya: materialy Mezhdunarodnoy konferentsii]. Novosibirsk, 2003. P. 73–86. (In Russ.).

11. Emanov A.F., Emanov A.A., Filina A.G., Leskova E.V., Kolesnikov Yu.I., Rudakov A.D. Altai-Sayan mountain region // Physical Mesomechanics [Physical Mesomechanics]. 2006. Vol. 9. No. 1. P. 33–44. (In Russ.).