

## VI. Механизмы очагов отдельных землетрясений России

<sup>1</sup>И.П. Габсатарова, <sup>2</sup>Н.А. Гилёва, <sup>1</sup>Л.С. Малянова,  
<sup>3</sup>А.А. Раевская, <sup>4,5</sup>Д.А. Сафонов, <sup>6</sup>А.И. Филиппова

<sup>1</sup>ФИЦ ЕГС РАН, г. Обнинск; <sup>2</sup>БФ ФИЦ ЕГС РАН, г. Иркутск; <sup>3</sup>КФ ФИЦ ЕГС РАН, г. Петропавловск-Камчатский; <sup>4</sup>ИМГиГ ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск; <sup>5</sup>СФ ФИЦ ЕГС РАН, г. Южно-Сахалинск; <sup>6</sup>ИЗМИРАН, г. Москва, г. Троицк

В данном разделе представлены параметры механизмов очагов и их диаграммы в нижней полусфере наиболее сильных землетрясений 2021 г., произошедших в пяти регионах России – «Камчатка и Командорские острова», «Курило-Охотский регион», «Прибайкалье и Забайкалье», «Сахалин» и «Северный Кавказ».

В [1] помещена таблица параметров механизмов очагов 101 землетрясения в формате MS Excel за 2021 год. База данных землетрясений России [2] также дополнена параметрами механизмов очагов 101 землетрясения за 2021 год.

Механизмы очагов 23 землетрясений региона «Камчатка и Командорские острова» и шести землетрясений Курило-Охотского региона рассчитаны в Камчатском филиале ФИЦ ЕГС РАН (код центра KAGSR) в оперативном режиме по знакам первых вступлений *P*-волн. Использовались данные региональных сейсмических станций и станций России и мира, доступных для обработки в КФ ФИЦ ЕГС РАН в режиме, близком к реальному времени. Расчет механизмов проведен с помощью программы FA (версия 2011), составленной А.В. Ландером [3, 4]. Программа определяет механизм очага землетрясения, основываясь на методе максимального правдоподобия, а также вычисляет доверительные области для тензорных, векторных и скалярных характеристик решений.

Программа FA2002 А.В. Ландера [3, 4] использовалась и в Центральном отделении (ЦО) ФИЦ ЕГС РАН для построения механизмов очагов по знакам первых вступлений *P*-волн 22 наиболее сильных землетрясений региона «Северный Кавказ» (код центра OBGSR).

Для 38 землетрясений Курило-Охотского региона и одного землетрясения региона «Сахалин» механизмы очагов получены совместно Институтом морской геологии и геофизики (ИМГиГ) ДВО РАН (код центра IMGG) и Сахалинским филиалом ФИЦ ЕГС РАН (SAGSR) путем расчета тензора сейсмического момента по программе ISOLA [5, 6]. Для расчета использовались широкополосные записи сейсмических станций ФИЦ ЕГС РАН [7], а также станций сети F-net агентства NIED (National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, Япония) [8].

Для 17 землетрясений региона «Прибайкалье и Забайкалье» механизмы очагов были получены в центре BAGSR путем расчета тензора сейсмического момента (TCM) по амплитудным спектрам поверхностных волн в приближении двойной пары сил [9, 10]. При этом использовались записи широкополосных каналов цифровых сейсмических станций сетей IRIS. Для нахождения единственного решения была привлечена дополнительная информация о знаках первых вступлений объемных волн, записанных на региональных сейсмических станциях. Методика расчета TCM подробно описана в [11, 12].

Для шести сильных землетрясений 2021 г. имеется по два решения центров IMGG/SAGSR и KAGSR.

Параметры механизмов очагов 103 землетрясений России в 2021 г. представлены в табл. VI.1. Решения для центров KAGSR, IMGG/SAGSR и BAGSR сопровождаются оценками качества (точности):

– KAGSR – определение класса точности *G* основано на объеме доверительной области в пятимерном пространстве, которому принадлежат все возможные тензоры-

решения, и на статистике предыдущих решений для механизмов камчатских землетрясений. Класс точности определяет надежность соответствующего механизма по отношению ко всей совокупности камчатских решений. Принадлежность механизма классу А означает, что он входит в число 10% лучших камчатских решений, В – в 25%, С – в 50%, D – в 75%, E – все остальные;

– IMGG/SAGSR – показателем оптимальности решения служит параметр уменьшения дисперсии (Variance Reduction,  $Vr$ ), отражающий сходимость реальной и синтетической волновых форм и имеющий смысл квадрата коэффициента корреляции. Значения  $Vr > 0.8$  принято считать отличными,  $0.5 < Vr < 0.8$  – хорошими,  $0.2 < Vr < 0.5$  – посредственными. Решения с  $Vr < 0.2$  считаются плохими и в каталог не включаются [6];

– BAGSR –  $R$  – функция нормированной невязки, оценивающая качество полученных решений и характеризующая отклонение амплитудных спектров, рассчитанных для конкретных очаговых параметров, от наблюдаемых.

Таблица VI.1. Параметры механизмов очагов отдельных землетрясений России в 2021 г.

№	Дата, дд.мм. $t_0$ , чч.мм.сс Код центра	M	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Q	Диа- грамма	Регион
			T		N		P		NP1			NP2					
			PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	SLIP	STK	DP	SLIP			
1	02.01. 01:05:51 OBGSR	4.4	84	19	6	302	0	212	129	46	99	296	45	81			Северный Кавказ
2	02.01. 22:07:04 OBGSR	3.8	79	273	6	148	9	57	332	54	98	139	36	79			Северный Кавказ
3	08.01. 13:56:37 OBGSR	3.3	0	234	15	324	75	144	159	47	-69	310	47	-111			Северный Кавказ
4	09.01. 04:59:59 OBGSR	3.6	79	309	6	72	9	162	67	54	83	259	36	100			Северный Кавказ
5	12.01. 02:39:42 IMGG/SAGSR	6.0	18	193	4	102	72	358	290	28	-80	99	63	-95	0.67		Курило-Охотский регион
6	15.01. 08:40:05 IMGG/SAGSR	4.7	74	23	15	224	6	133	206	41	66	57	53	109	0.54		Курило-Охотский регион
7	17.01. 08:31:52 KAGSR	5.5	60	172	30	352	0	262	198	52	129	325	52	51	D		Камчатка и Командорские острова
8	18.01. 02:05:53 IMGG/SAGSR	4.7	38	144	27	30	40	275	29	89	-117	298	27	-2	0.64		Курило-Охотский регион
9	20.01. 16:00:40 IMGG/SAGSR	5.6	47	205	42	19	3	112	237	56	145	349	61	40	0.70		Курило-Охотский регион
10	27.01. 05:06:52 IMGG/SAGSR	5.4	29	351	39	235	38	106	231	85	-129	134	39	-8	0.69		Курило-Охотский регион
11	04.02. 19:27:37 IMGG/SAGSR	4.9	35	344	3	76	55	171	257	80	-87	59	11	-108	0.55		Курило-Охотский регион

№	Дата, дд.мм. то, чч:мм:сс Код центра	M	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Q	Диа- грамма	Регион
			T		N		P		NP1			NP2					
			PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	SLIP	STK	DP	SLIP			
12	08.02. 14:24:00 IMGG/SAGSR	5.1	59	271	16	31	25	129	26	72	73	251	25	132	0.68		Курило-Охотский регион
13	15.02. 15:58:06 OBGSR	3.9	11	310	63	64	24	215	261	82	-25	355	65	-171			Северный Кавказ
14	15.02. 22:24:26 KAGSR	4.7	88	246	2	66	0	336	248	45	92	64	45	88	E		Камчатка и Командорские острова
15	16.02. 09:55:29 KAGSR	4.9	44	55	31	180	30	290	175	82	59	73	32	165	A		Камчатка и Командорские острова
16	20.02. 13:23:27 IMGG/SAGSR	5.0	53	327	1	236	37	145	56	82	91	230	8	84	0.58		Курило-Охотский регион
17	22.02. 01:55:55 IMGG/SAGSR	4.4	57	353	25	217	20	117	172	34	40	47	69	117	0.72		Курило-Охотский регион
18	24.02. 22:26:14 IMGG/SAGSR	5.0	54	353	13	244	33	146	196	17	40	67	79	103	0.73		Курило-Охотский регион
19	02.03. 21:22:46 IMGG/SAGSR	5.9	63	294	4	31	27	123	223	18	102	30	72	86	0.82		Курило-Охотский регион
20	06.03. 05:57:56 KAGSR	5.3	27	271	10	6	61	116	190	72	-79	337	21	-121	C		Камчатка и Командорские острова
21	13.03. 09:46:15 OBGSR	3.7	67	230	23	50	0	320	252	49	121	29	49	59			Северный Кавказ
22	13.03. 10:55:40 OBGSR	3.5	50	246	39	81	7	345	285	63	135	40	51	36			Северный Кавказ
23	15.03. 15:25:15 OBGSR	3.4	70	240	20	60	0	150	41	49	62	260	48	118			Северный Кавказ
24	16.03. 18:38:21 KAGSR	6.5	32	125	56	284	10	29	261	75	31	163	60	163	A		Камчатка и Командорские острова
25	18.03. 00:09:34 KAGSR	4.9	33	291	21	187	49	71	184	82	-111	73	22	-23	E		Камчатка и Командорские острова
26	19.03. 03:16:30 KAGSR	4.9	5	234	82	0	7	144	189	89	-8	279	82	-179	C		Камчатка и Командорские острова
27	21.03. 21:13:11 KAGSR	4.7	53	165	11	270	35	8	268	81	79	140	14	141	D		Камчатка и Командорские острова
28	21.03. 22:15:13 BAGSR	4.2	7	8	46	271	43	105	244	67	-141	136	55	-29	0.260		Прибайкалье и Забайкалье

№	Дата, дд.мм. то, чч:мм:сс Код центра	M	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Q	Диа- грамма	Регион
			T		N		P		NP1			NP2					
			PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	SLIP	STK	DP	SLIP			
29	25.03. 23:36:38 IMGG/SAGSR	5.1	63	295	19	66	19	163	58	67	70	281	31	129	0.29		Курило-Охотский регион
30	05.04. 13:43:04 KAGSR	4.9	32	320	25	67	47	187	251	82	-65	358	26	-161	E		Камчатка и Командорские острова
31	06.04. 20:00:41 OBGSR	3.7	54	203	6	302	36	37	301	81	84	157	11	125			Северный Кавказ
32	11.04. 13:48:49 KAGSR	4.9	79	27	12	207	0	117	38	46	106	195	46	74	D		Камчатка и Командорские острова
33	17.04. 15:45:20 KAGSR	5.8	43	291	15	36	43	140	216	90	-75	306	15	-180	D		Камчатка и Командорские острова
34	17.04. 20:46:07 OBGSR	3.8	76	79	14	260	0.2	170	94	47	110	246	47	70			Северный Кавказ
35	18.04. 08:16:49 IMGG/SAGSR	4.3	41	145	40	7	23	257	197	79	131	299	42	17	0.80		Сахалин
36	24.04. 07:40:55 BAGSR	4.2	18	104	39	209	46	355	43	73	-49	152	44	-155	0.220		Прибайкалье и Забайкалье
37	26.04. 01:02:30 OBGSR	3.4	63	126	20	263	17	359	253	65	67	117	33	129			Северный Кавказ
38	03.05. 15:19:53 KAGSR	4.6	55	167	23	40	25	299	227	74	114	350	29	36	E		Камчатка и Командорские острова
39	04.05. 19:32:58 IMGG/SAGSR	4.6	68	46	19	257	11	164	90	58	113	231	38	58	0.86		Курило-Охотский регион
40	10.05. 00:39:47 IMGG/SAGSR	4.3	39	339	20	232	44	122	134	20	-7	231	88	-110	0.71		Курило-Охотский регион
41	10.05. 08:10:08 KAGSR	4.6	27	29	6	122	62	224	304	72	-83	103	19	-110	E		Камчатка и Командорские острова
42	11.05. 12:22:30 BAGSR	4.7	17	125	3	216	73	317	210	28	-97	38	62	-86	0.187		Прибайкалье и Забайкалье
43	12.05. 23:44:31 IMGG/SAGSR	5.2	45	121	14	225	42	327	127	14	172	225	88	76	0.56		Курило-Охотский регион
	KAGSR		53	128	9	229	36	326	228	81	81	93	12	134		C	
44	13.05. 16:43:56 IMGG/SAGSR	4.8	40	3	41	226	23	114	55	80	132	156	43	15	0.60		Курило-Охотский регион

№	Дата, дд.мм. то, чч:мм:сс Код центра	M	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Q	Диа- грамма	Регион
			T		N		P		NP1			NP2					
			PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	SLIP	STK	DP	SLIP			
45	16.05. 03:23:55 IMGG/SAGSR	6.0	13	192	61	307	26	96	142	82	-28	237	62	-170	0.40		Курило-Охотский регион
46	21.05. 05:01:26 IMGG/SAGSR	4.7	66	245	22	39	10	133	25	58	64	247	40	125	0.59		Курило-Охотский регион
47	23.05. 16:32:38 BAGSR	4.0	8	107	24	201	65	1	172	43	-126	37	57	-61	0.172		Прибайкалье и Забайкалье
48	24.05. 21:43:38 OBGSR	4.2	51	100	29	326	23	223	155	74	120	270	33	29			Северный Кавказ
49	29.05. 10:02:55 OBGSR	3.5	27	339	6	72	62	173	253	72	-84	54	19	-108			Северный Кавказ
50	01.06. 08:08:51 KAGSR	4.7	25	331	23	230	55	103	223	74	-114	100	29	-36	C		Камчатка и Командорские острова
51	06.06. 16:01:37 KAGSR	5.4	33	316	21	60	49	176	243	82	-69	355	22	-157	E		Камчатка и Командорские острова
52	20.06. 11:08:23 IMGG/SAGSR	5.5	36	43	32	160	38	279	73	32	-178	341	89	-58	0.70		Курило-Охотский регион
53	28.06. 16:53:38 OBGSR	3.5	84	108	6	288	0	198	114	45	98	283	45	82			Северный Кавказ
54	06.07. 06:29:48 IMGG/SAGSR	5.1	0	65	54	335	36	155	296	66	-153	194	65	-27	0.78		Курило-Охотский регион
55	11.07. 05:14:57 OBGSR	3.6	76	55	10	276	9	185	104	55	103	262	37	73			Северный Кавказ
56	11.07. 18:16:46 OBGSR	3.7	78	149	9	282	9	14	276	54	79	114	37	104			Северный Кавказ
57	13.07. 00:30:17 IMGG/SAGSR	5.7	47	44	2	312	43	221	132	88	92	273	3	51	0.48		Курило-Охотский регион
58	13.07. 02:28:54 KAGSR	5.5	36	333	6	238	54	139	237	81	-96	93	11	-55	D		Камчатка и Командорские острова
59	13.07. 16:50:57 BAGSR	4.7	30	206	29	315	46	80	140	81	-60	245	31	-163	0.254		Прибайкалье и Забайкалье
60	14.07. 02:42:56 KAGSR	5.1	16	65	29	326	57	180	313	67	-122	190	39	-40	E		Камчатка и Командорские острова
61	19.07. 22:06:46 BAGSR	4.8	15	16	4	285	74	179	112	30	-81	282	60	-95	0.273		Прибайкалье и Забайкалье

№	Дата, дд.мм. то, чч:мм:сс Код центра	M	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Q	Диа- грамма	Регион
			T		N		P		NP1			NP2					
			PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	SLIP	STK	DP	SLIP			
62	22.07. 01:12:51 BAGSR	4.7	33	331	15	71	53	182	17	18	-146	254	80	-75	0.187		Прибайкалье и Забайкалье
63	26.07. 16:11:21 KAGSR	4.9	42	244	21	353	42	102	353	90	70	263	21	180			Камчатка и Командорские острова
64	28.07. 00:41:27 OBGSR	4.9	42	144	43	359	18	251	193	76	134	297	46	20			Северный Кавказ
65	31.07. 05:26:06 IMGG/SAGSR	6.3	44	346	26	229	35	118	51	85	116	150	27	10	0.69		Курило-Охотский регион
66	02.08. 03:28:58 IMGG/SAGSR	5.4	64	321	7	217	25	124	199	21	71	40	71	97	0.70		Курило-Охотский регион
67	09.08. 09:41:58 KAGSR	5.3	43	230	15	126	43	21	306	90	105	36	15	0			Камчатка и Командорские острова
68	10.08. 16:27:54 IMGG/SAGSR	4.8	68	352	19	204	11	110	178	38	58	36	59	112	0.20		Курило-Охотский регион
69	15.08. 02:03:01 BAGSR	4.3	17	0	28	261	56	118	248	68	-121	126	37	-38	0.278		Прибайкалье и Забайкалье
70	15.08. 23:26:54 BAGSR	5.0	15	135	0	45	75	315	45	60	-90	225	30	-90	0.229		Прибайкалье и Забайкалье
71	18.08. 08:29:40 BAGSR	4.1	16	163	44	269	42	58	210	48	-158	105	74	-44	0.206		Прибайкалье и Забайкалье
72	19.08. 01:34:10 BAGSR	4.1	36	156	33	274	37	33	185	33	-180	94	89	-57	0.220		Прибайкалье и Забайкалье
73	24.08. 05:37:52 IMGG/SAGSR	5.9	53	333	15	222	33	123	169	18	35	45	79	105	0.66		Курило-Охотский регион
	KAGSR		69	265	12	27	18	120	21	64	77	228	29	114			
74	28.08. 14:29:13 IMGG/SAGSR	4.5	26	246	30	139	48	9	132	78	-121	22	33	-23	0.20		Курило-Охотский регион
	KAGSR		14	62	74	270	7	154	107	85	165	199	75	5			
75	02.09. 20:26:14 IMGG/SAGSR	5.3	43	26	3	118	47	211	298	88	-87	70	3	-138	0.36		Курило-Охотский регион
	KAGSR		59	83	16	201	26	298	196	73	74	60	24	132			

№	Дата, дд.мм. то, чч:мм:сс Код центра	M	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Q	Диа- грамма	Регион
			T		N		P		NP1			NP2					
			PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	SLIP	STK	DP	SLIP			
76	03.09. 03:34:47 OBGSR	4.7	38	247	47	33	17	143	19	77	41	278	50	163			Северный Кавказ
77	03.09. 10:14:24 IMGG/SAGSR	5.7	80	67	9	225	4	316	55	42	104	217	49	78	0.65		Курило-Охотский регион
	KAGSR		68	54	21	210	8	303	196	57	65	56	41	122	A		
78	07.09. 16:50:34 BAGSR	4.9	33	349	3	81	57	176	66	12	-106	262	78	-87	0.237		Прибайкалье и Забайкалье
79	12.09. 02:32:24 IMGG/SAGSR	5.5	31	149	33	35	41	271	32	84	-123	293	33	-10	0.67		Курило-Охотский регион
80	20.09. 20:25:26 IMGG/SAGSR	6.2	32	171	58	343	4	79	210	65	159	310	71	26	0.74		Курило-Охотский регион
81	22.09. 17:01:26 BAGSR	5.2	23	153	41	265	40	42	195	43	-165	94	80	-48	0.326		Прибайкалье и Забайкалье
82	23.09. 17:05:27 BAGSR	4.5	24	145	48	264	32	38	90	85	-42	184	48	-173	0.187		Прибайкалье и Забайкалье
83	29.09. 03:23:21 BAGSR	4.5	6	73	30	167	59	332	133	47	-134	8	58	-53	0.163		Прибайкалье и Забайкалье
84	06.10. 13:06:08 KAGSR	5.3	7	127	41	31	48	225	5	64	-137	253	53	-34		E	Камчатка и Командорские острова
85	09.10. 02:47:34 IMGG/SAGSR	4.7	10	13	18	106	70	256	298	57	-69	83	39	-119	0.74		Курило-Охотский регион
86	09.10. 07:19:25 IMGG/SAGSR	5.7	20	234	40	127	43	344	114	76	-132	9	44	-21	0.60		Курило-Охотский регион
	KAGSR		3	72	72	333	18	163	299	79	-165	206	75	-11	D		
87	10.10. 14:16:14 IMGG/SAGSR	4.9	76	317	7	199	12	108	189	33	78	23	57	98	0.66		Курило-Охотский регион
88	11.10. 23:10:01 IMGG/SAGSR	5.9	31	110	49	244	24	4	145	49	174	239	86	41	0.62		Курило-Охотский регион
89	16.10. 02:02:12 IMGG/SAGSR	5.0	61	317	6	58	28	151	56	73	84	257	18	110	0.58		Курило-Охотский регион
90	17.10. 17:50:49 BAGSR	4.6	34	297	7	202	55	102	55	13	-57	201	79	-97	0.203		Прибайкалье и Забайкалье

№	Дата, дд.мм. то, чч:мм:сс Код центра	M	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Q	Диа- грамма	Регион
			T		N		P		NP1			NP2					
			PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	SLIP	STK	DP	SLIP			
91	18.10. 08:24:29 KAGSR	5.7	43	191	33	63	29	312	248	83	124	350	34	13	C		Камчатка и Командорские острова
92	20.10. 04:45:40 OBGSR	4.5	70	83	20	263	0	353	243	49	62	102	49	118			Северный Кавказ
93	15.11. 00:16:26 OBGSR	3.3	84	288	6	108	0	18	294	45	98	103	45	82			Северный Кавказ
94	26.11. 06:17:21 BAGSR	4.5	25	9	2	100	65	194	95	20	-96	281	70	-88	0.142		Прибайкалье и Забайкалье
95	02.12. 23:22:56 OBGSR	3.9	0	108	37	198	53	18	49	56	-43	167	56	-137			Северный Кавказ
96	12.12. 03:56:08 IMGG/SAGSR	4.6	71	257	15	40	11	133	30	57	72	241	37	116	0.55		Курило-Охотский регион
97	20.12. 16:05:24 IMGG/SAGSR	4.8	55	109	24	339	23	237	167	73	115	289	30	36	0.86		Курило-Охотский регион
98	21.12. 02:53:16 IMGG/SAGSR	5.0	48	127	17	18	37	274	199	84	107	307	18	19	0.86		Курило-Охотский регион
99	29.12. 03:57:30 KAGSR	5.5	7	51	43	315	46	148	289	65	-139	178	54	-32	E		Камчатка и Командорские острова
100	29.12. 09:15:44 OBGSR	3.7	50	45	31	270	23	165	99	75	122	213	35	28			Северный Кавказ
101	29.12. 14:00:43 KAGSR	5.4	0	294	2	204	88	24	202	45	-92	26	45	-88	C		Камчатка и Командорские острова

### Литература

1. 2021-ER\_App25\_Mechanisms.xls [Электронный ресурс]: Список приложений для ежегодника «Землетрясения России в 2021 году» // Землетрясения России [сайт]. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2023]. Систем. требования: MS Excel, Open Office. – URL: [http://www.gsras.ru/zr/app\\_21.html](http://www.gsras.ru/zr/app_21.html), свободный.
2. База данных «Землетрясения России» [сайт]. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2023]. – URL: <http://eqru.gsras.ru>, свободный.
3. Ландер А.В. Программа расчета и графического представления механизмов очагов землетрясений по знакам первых вступлений P-волн (FA) / Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018662004 от 25 сентября 2018 г. – EDN: GTRUYE
4. Ландер А.В. Описание и инструкция для пользователя комплекса программ FA (расчет и графическое представление механизмов очагов землетрясений по знакам первых вступлений P-волн). – М., 2006. – 27 с.
5. Sokos E.N., Zahradnik J. ISOLA a FORTRAN code and a Matlab GUI to perform multiple-point source inversion of seismic data // Computers & Geosciences. – 2008. – V. 34, Is. 8. – P. 967–977. DOI: 10.1016/j.cageo.2007.07.005



6. Сафонов Д.А., Коновалов А.В. Использование программы ISOLA для определения тензора сейсмического момента землетрясений Курило-Охотского и Сахалинского регионов // Тихоокеанская геология. – 2017. – Т. 36, № 3. – С. 102–112. – EDN: YТАКМТ
7. Волновые формы // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/new/wf/>
8. *Continuous Waveform Images* // NIED F-net [Web Site]. – URL: <http://www.fnet.bosai.go.jp/waveform/>
9. Букчин Б.Г. Об определении параметров очага землетрясения по записям поверхностных волн в случае неточного задания характеристик среды // Известия АН СССР, серия «Физика Земли». – 1989. – № 9. – С. 34–41.
10. Lasserre C., Bukchin B., Bernard P., Tapponier P., Gaudemer Y., Mostinsky A., Dailu R. Source parameters and tectonic origin of the 1996 June 1 Tianzhu ( $M_w=5.2$ ) and 1995 July 21 Yongen ( $M_w=5.6$ ) earthquakes near the Haiyuan fault (Gansu, China) // *Geophysical Journal International*. – 2001. – V. 144, N 1. – P. 206–220. DOI: 10.1046/j.1365-246x.2001.00313.x
11. Середкина А.И., Мельникова В.И. Тензор сейсмического момента землетрясений Прибайкалья по амплитудным спектрам поверхностных волн // *Физика Земли*. – 2014. – № 3. – С. 103–114. DOI: 10.7868/S0002333714030090. – EDN: SAIOJP
12. Filippova A.I., Bukchin B.G., Fomochkina A.S., Melnikova V.I., Radziminovich Ya.B., Gileva N.A. Source process of the September 21, 2020  $M_w$  5.6 Bystraya earthquake at the southeastern segment of the Main Sayan fault (Eastern Siberia, Russia) // *Tectonophysics*. – 2022. – V. 822. – 229162. DOI: 10.1016/j.tecto.2021.229162. – EDN: DQTPPV