

ГОДОГРАФЫ И ЛИНЕЙНЫЕ ТРЕНДЫ ВРЕМЕНИ ПРОБЕГА ПРОДОЛЬНОЙ ВОЛНЫ НА ТРАССЕ НЕВАДА – БОРОВОЕ

Ан В.А., Каазик П.Б., Челюбеева Т.В.

Институт динамики геосфер РАН, г. Москва. vadiman@idg.chph.ras.ru

В [1] приведены данные по подземным ядерным взрывам (ПЯВ) на территории бывшего Советского Союза и Китайской Народной Республики, зарегистрированным геофизической обсерваторией (ГО) «Боровое» (BRVK), цифровые сейсмограммы которых прошли переформатирование в современный формат. Локальные годографы BRVK по ПЯВ на территории СССР по материалам базы данных института динамики геосфер (ИДГ) РАН представлены в [2]. В настоящей работе рассматриваются результаты цифровой регистрации ГО «Боровое» подземных ядерных испытаний на площадках Pahute, Rainier, Yucca Невадского полигона США в период 1967 – 1992 гг.

В таблицы 1, 2, 3 включены подземные ядерные взрывы на NTS, сейсмограммы BRVK которых хранятся в базе данных ИДГ РАН. Пояснения к оформлению таблиц:

1. KODB – станция КОД большого уровня; SS – станция СЦР-СС; TSG – станция СЦР-ТСГ [3];
2. Имя испытания, дата и магнитуда **красным** шрифтом – это испытание **не используется** при построении локального годографа по разным причинам (по тексту);
3. Поправка блока службы времени (БСВ) δT – при построении локального годографа этой площадки NTS используется значение времени пробега продольной волны данной станции;
4. Знак + после имени испытания [4] – из всех взрывов данного группового испытания указано только одно имя по принципу:
 - а) испытание с наибольшей объявленной мощностью;
 - б) испытание с наибольшей глубиной бурения, если мощность отдельных взрывов одинакова;
 - в) испытание с наименьшим эпицентральной расстоянием, если объявленная мощность и глубина бурения отдельных взрывов одинаковы.

Поправки времени (δT) блоков службы времени цифровых станций определялись в процессе регистрации при каждой смене магнитных лент, т.е. не менее 2-х раз в сутки, а также при обнаружении сбоя БСВ [5]. В процессе переформатирования магнитных цифровых записей BRVK был подготовлен отчёт, в который были выбраны ближайшие ко времени регистрации ПЯВ поправки БСВ соответствующих цифровых станций [6]. По ним рассчитана поправка БСВ на начало минуты, на которой регистрируется вступление продольной волны данного испытания.

В настоящем исследовании анализ проведён не по времени вступления продольной волны, а по времени первого (положительного) экстремума вертикальной составляющей. Такой приём позволяет увеличить статистику исследования за счёт вступлений на уровне микросейсмического фона и получить более достоверный результат. Локальный годограф и линейный тренд при этом получается выше обычного в среднем на 0.339 ± 0.013 с (КОД), 0.352 ± 0.006 с (СЦР-СС) и 0.351 ± 0.006 с (СЦР-ТСГ) [7].

Необходимо подчеркнуть, настоящее исследование проведено, в отличие от ранее выполненных по Невадскому полигону, без приведения времени испытания к уровню моря [8].

По площадке **Pahute NTS** в базе данных ИДГ РАН находятся сейсмограммы 70-ти испытаний (таблица 1). В трёх сейсмограммах СЦР-ТСГ обнаружен сбой на –1 минуту: **28-10-75, 12-06-85 и 30-04-87**. На станции СЦР-СС в эти же даты сбоя времени нет. Локальный годограф и тренд времени пробега продольной волны в календарном времени на трассе Pahute – Боровое представлены на рисунках 1, 2. При построении локального годографа не используются три взрыва: **26-01-68** в связи с повышенным уровнем микросейсмического фона, **08-12-68** и **04-04-91** – выпали из локального годографа (причина не установлена).

Таблица 1. Цифровые сейсмограммы подземных ядерных испытаний на площадке Pahute NTS (1967 – 1992 гг.)

Имя испытания	Дата дд-мм-гг	m_b	Поправка времени БСВ (δT), сек	Имя испытания	Дата дд-мм-гг	m_b	Поправка времени БСВ (δT), сек
Scotch	23-05-67	5.7	KODB –0.74	Hosta	12-02-82	5.4	TSG +0.002
Knickerbocker	26-05-67	5.5	KODB –0.82	Gibne	25-04-82	5.4	SS +0.018
Cabriolet	26-01-68	4.7	KODB –0.11	Nebbiolo	24-06-82	5.6	SS +0.011
Stinger	22-03-68	5.6	KODB –0.25	Cabra	26-03-83	5.2	TSG –0.008
Boxcar	26-04-68	6.3	KODB –0.13	Chancellor	01-09-83	5.5	SS +0.010
Rickey	15-06-68	5.9	KODB –0.53	Kappili	25-07-84	5.4	SS +0.016
Schooner	08-12-68	4.8	KODB +0.14	Egmont	09-12-84	5.5	TSG –0.014
Benham	19-12-68	6.3	KODB –0.17	Tierra	15-12-84	5.4	TSG –0.008
Purse	07-05-69	5.8	KODB –0.32	Towanda	02-05-85	5.7	SS +0.002
Jorum	16-09-69	6.2	KODB +0.38	Salut	12-06-85	5.5	TSG –0.004
Handley	26-03-70	6.5	KODB –0.24	Serena	25-07-85	5.2	SS +0.006
Almendro	06-06-73	6.1	KODB –0.331	Goldstone	28-12-85	5.3	TSG –0.003
Tybo	14-05-75	6.0	TSG +0.356	Jefferson	22-04-86	5.3	TSG –0.015
Stilton	03-06-75	5.9	TSG –0.100	Darwin	25-06-86	5.5	SS +0.008
Mast	19-06-75	6.1	TSG –0.083	Cybar	17-07-86	5.7	SS +0.006
Camembert	26-06-75	6.2	SS +0.022	Labquark	30-09-86	5.5	TSG –0.012
Kasseri	28-10-75	6.4	TSG +0.201	Belmont	16-10-86	5.6	TSG –0.023
Inlet	20-11-75	6.0	SS –0.346	Bodie	13-12-86	5.5	TSG –0.001
Muenster	03-01-76	6.2	TSG –0.213	Delamar	18-04-87	5.5	TSG 0.000
Pontina	12-02-76	6.3	TSG +0.285	Hardin	30-04-87	5.5	TSG –0.012
Cheshire	14-02-76	6.0	TSG +0.328	Lockney	24-09-87	5.7	TSG –0.001
Colby	14-03-76	6.3	SS –0.054	Kernville	15-02-88	5.3	SS +0.008
Pool	17-03-76	6.1	SS +0.102	Comstock	02-06-88	5.4	TSG –0.014
Fondutta	11-04-78	5.3	SS +0.205	Alamo	07-07-88	5.6	SS –0.011
Backbeach	11-04-78	5.5	SS +0.205	Kearsarge	17-08-88	5.5	SS 0.000
Panir	31-08-78	5.6	SS –0.168	Contact	22-06-89	5.3	SS +0.019
Farm	16-12-78	5.5	TSG –0.092	Amarillo	27-06-89	4.9	TSG –0.011
Pepato	11-06-79	5.5	SS –0.050	Hornitos	31-10-89	5.7	TSG +0.007
Sheepshead	26-09-79	5.6	TSG –0.003	Barnwell	08-12-89	5.5	TSG –0.003
Cowlick	26-04-80	5.4	SS –0.072	Bullion	13-06-90	5.7	TSG –0.002
Kash	12-06-80	5.6	TSG +0.042	Tenabo	12-10-90	5.6	TSG нет δT
Tafi	25-07-80	5.5	SS –0.055	Houston	14-11-90	5.4	TSG нет δT
Serpa	17-12-80	5.1	SS +0.023	Bexar	04-04-91	5.6	TSG нет δT
Harzer	06-06-81	5.6	SS 0.000	Hoya	14-09-91	5.5	TSG нет δT
Molbo	12-02-82	5.4	SS +0.014	Junction	26-03-92	5.5	TSG нет δT

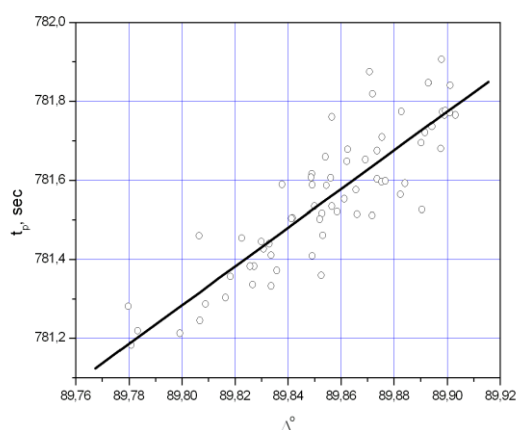


Рисунок 1. $t_p = F(\Delta^\circ)$ продольной волны трассы «Pahute – Боровое»

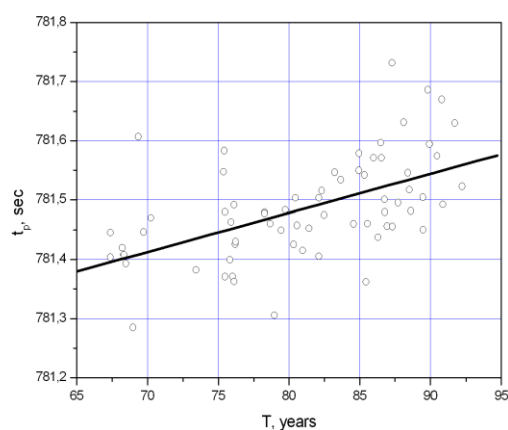


Рисунок 2. Линейный тренд $t_p = F(\text{годы})$ трассы «Pahute – Боровое»

По площадке **Rainier** в базе данных ИДГ РАН имеется 27 сейсмограмм (таблица 2). В одном случае, в сейсмограмме СЦР-СС за **25-07-90** обнаружен сбой времени на +1 минуту. На СЦР-ТSG в это же время всё нормально. В расчётах локального годографа и линейного тренда времени пробега не используются четыре сейсмограммы СЦР-СС (**23-09-82**, **21-09-83**, **18-03-87**, **20-06-87**) и

три сейсмограммы СЦР-ТСГ (18-03-87, 02-12-87, 19-09-91), в основном, из-за повышенного уровня микросейсмического фона. Сейсмограмму СЦР-ТСГ за 14-09-89. не удалось обработать в связи со сбоем базы данных. Локальный годограф и тренд времени пробега продольной волны в календарном времени на трассе Rainier – Боровое представлены на рисунках 3, 4.

Таблица 2. Цифровые сейсмограммы подземных ядерных испытаний на площадке Rainier NTS (1967 – 1991 гг.)

Имя испытания	Дата ГГ-ММ-ДД	m_b	Поправка времени БСВ (δT), сек	Имя испытания	Дата ГГ-ММ-ДД	m_b	Поправка времени БСВ (δT), сек
Midi Mist	26-06-67	5.1	KODB –0.18	Diamond Ace	23-09-82	4.9	SS +0.023
Door Mist	31-08-67	5.0	KODB +0.12	Huron Landing			
Wineskin	15-01-69	5.3	KODB –0.33	Tomme/ Midnight Zeph...	21-09-83	4.6	SS –0.018
Diesel Train	05-12-69	5.0	KODB –0.31	Midas Myth/ Milagro	15-02-84	5.1	TSG 0.000
Diana Mist	11-02-70	4.7	KODB –0.26	Misty Rain	06-04-85	4.8	TSG –0.006
Mint Leaf	05-05-70	5.0	KODB –0.27	Diamond Beech	09-10-85	4.2	SS +0.008
Hudson Moon	26-05-70	5.0	KODB –0.83	Mighty Oak	10-04-86	4.9	TSG –0.005
Camphor	29-06-71	4.9	KODB –0.47	Middle Note	18-03-87	4.3	TSG –0.018
Misty North	02-05-72	5.0	KODB +0.098	Mission Ghost	20-06-87	3.5	SS 0.000
Diamond Sculls	20-07-72	4.9	KODB +0.060	Mission Cyber	02-12-87	4.1	TSG –0.020
Dido Queen	05-06-73	5.1	KODB –0.357	Misty Echo	10-12-88	5.0	TSG +0.002
Husky Ace	12-10-73	4.8	KODB +0.024	Disko Elm	14-09-89	4.2	TSG –0.003
Diablo Hawk	13-09-78	4.6	SS +0.067	Mineral Quarry Randsburg	25-07-90	4.7	TSG –0.019
Miners Iron	31-10-80	4.7	SS +0.808	Distant Zenith	19-09-91	4.0	TSG нет δT

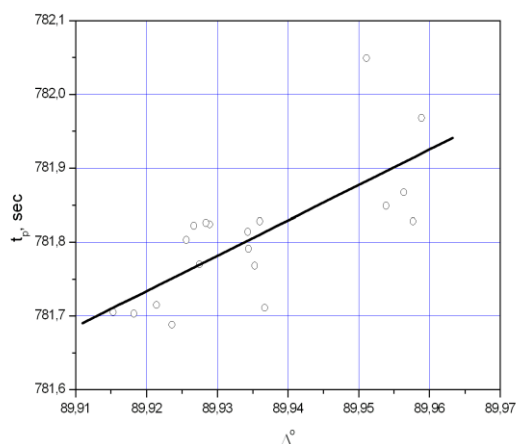


Рисунок 3. $t_p = F(\Delta^\circ)$ продольной волны трассы «Rainier – Боровое»

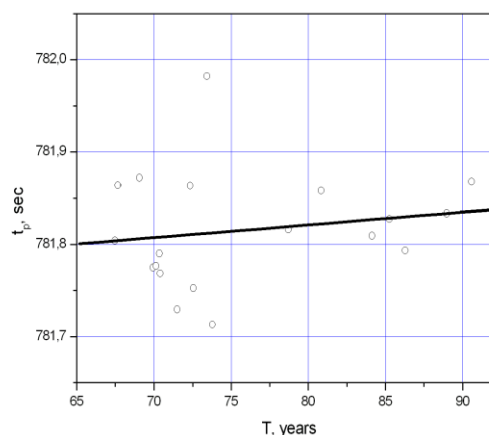


Рисунок 4. Линейный тренд $t_p = F(\text{годы})$ трассы «Rainier – Боровое»

По площадке **Yucca** в ИДГ РАН имеются сейсмограммы 196 испытаний (таблица 3). В цифровых сейсмограммах СЦР-ТСГ 29-07-82, 26-06-85, 16-10-85 обнаружен сбой времени на –1 минуту. При этом в 2-х последних случаях запись на СЦР-СС нормальная. В расчётах локального годографа и линейного тренда времени пробега не используются 29 испытаний: 11 очень малой амплитуды (существенно ниже уровня микросейсмического фона); 7 из-за совпадения с относительно сильными землетрясениями; в 2-х случаях из-за сбоя базы данных. Восемь испытаний выпали из локального годографа: 18-10-67, 19-01-68, 06-03-70(1), 08-10-71, 21-12-76, 23-09-82, 20-06-84 и 24-02-89. В двух случаях времена пробега выпали практически ровно на ± 1 секунду: 06-03-70(1) станции КОД на –1 сек, а 20-06-84 станции СЦР-СС на +1 сек. Испытание 10.07.74 не используется, так как зарегистрировано без поправки БСВ СЦР-СС. Локальный годограф и тренд времени пробега продольной волны в календарном времени на трассе Yucca – Боровое представлены на рисунках 5, 6.

Таблица 3. Цифровые сейсмограммы подземных ядерных испытаний на площадке Юсса NTS (1967 – 1991 гг.)

Имя испытания	Дата ГГ-ММ-ДД	м _b	Поправка времени БСВ (δT), сек	Имя испытания	Дата ГГ-ММ-ДД	м _b	Поправка времени БСВ (δT), сек
Mickey	10-05-67	5.0	KODB –0.09	Karab	16-03-78	4.1	SS +0.025
Commodore	20-05-67	5.9	KODB –0.05	Iceberg +	23-03-78	5.6	TSG –0.004
Bordeaux	18-08-67	4.6	KODB –0.30	Lowball	12-07-78	5.5	TSG –0.050
Yard	07-09-67	5.0	KODB –0.20	Draughts	27-09-78	5.0	SS +0.300
Zaza	27-09-67	5.7	KODB –0.01	Rummy	27-09-78	5.7	SS +0.301
Lanpher	18-10-67	5.7	KODB –0.07	Quargel	18-11-78	5.1	TSG –0.046
Sazerac +	25-10-67	4.8	KODB –0.04	Baccarat	24-01-79	4.5	SS –0.039
Stilt	15-12-67	4.6	KODB –0.03	Quinella	08-02-79	5.5	TSG –0.017
Hupmobile	18-01-68	4.8	KODB +0.44	Kloster	15-02-79	4.8	SS +0.046
Staccato	19-01-68	5.0	KODB +0.38	Memory	14-03-79	4.3	SS –0.140
Knox	21-02-68	5.8	KODB –0.19	Chess	20-06-79	4.0	SS +0.086
Noor + Throw	10-04-68	4.6	KODB +0.07	Fajy	28-06-79	5.0	SS +0.195
Shuffle	18-04-68	4.9	KODB +0.50	Burzet	03-08-79	4.5	SS +1.034
Hatchet	03-05-68	4.1	KODB –0.26	Offshore	08-08-79	4.8	TSG –0.046
Clarksmobile	17-05-68	4.7	KODB +0.55	Nessel	29-08-79	4.7	SS +0.088
Crew +	04-11-68	5.0	KODB +0.15	Hearts	06-09-79	5.8	TSG –0.026
Tyg F +	12-12-68	5.2	KODB –0.26	Tarko	28-02-80	4.4	TSG –0.075
Packard	15-01-69	5.3	KODB –0.33	Liptauer	03-04-80	4.7	SS –0.150
Vise	30-01-69	4.8	KODB –0.06	Pyramid	16-04-80	5.3	SS +0.094
Barsac	20-03-69	4.6	KODB –0.35	Canfield	02-05-80	4.5	TSG –0.022
Coffer	21-03-69	4.9	KODB –0.46	Bonarda	25-09-80	4.6	SS –0.040
Thistle+Blenton	30-04-69	5.3	KODB +0.44	Dutchess	24-10-80	4.4	SS –0.038
Torrido	27-05-69	5.0	KODB –0.28	Dauphin	14-11-80	4.1	SS –0.066
Tapper	12-06-69	4.4	KODB –0.29	Baseball	15-01-81	5.7	SS –0.048
Ildrim	16-07-69	4.7	KODB +0.08	Aligote	29-05-81	4.8	TSG –0.002
Hutch	16-07-69	5.6	KODB +0.07	Niza	10-07-81	4.5	TSG +0.004
Spider B +	14-08-69	?	KODB –0.47	Paliza	01-10-81	5.1	SS +0.010
Horehound +	27-08-69	4.7	KODB –0.06	Tilci	11-11-81	4.9	SS –0.009
Piccalilli +	21-11-69	5.0	KODB –0.31	Rousanne	12-11-81	5.4	SS –0.008
Tun D +	10-12-69	4.7	KODB –0.04	Akavi	03-12-81	4.8	SS +0.006
Grape A	17-12-69	5.5	KODB +0.33	Caboc	16-12-81	4.4	SS +0.009
Lovage	17-12-69	4.8	KODB +0.33	Jornada	28-01-82	5.6	SS +0.002
Terrine White +	18-12-69	5.2	KODB +0.19	Tenaja	17-04-82	4.5	SS +0.018
Fob Red +	23-01-70	4.6	KODB +0.18	Bouschet	07-05-82	5.7	SS 0.000
Ajo	30-01-70	4.6	KODB +0.09	Monterey	29-07-82	4.4	TSG –0.034
Grape B +	04-02-70	5.6	KODB –0.26	Atrisco	05-08-82	5.7	TSG –0.036
Labis	05-02-70	4.6	KODB –0.34	Frisco	23-09-82	4.9	SS +0.022
Cumarin	25-02-70	5.2	KODB +0.06	Seyval	12-11-82	4.1	TSG –0.003
Yannigan White +	26-02-70	5.3	KODB –0.07	Manteca	10-12-82	4.8	TSG –0.005
Cyathus	06-03-70	4.3	KODB +0.30	Coalora	11-02-83	4.1	SS +0.003
Arabis Green +	06-03-70	4.3	KODB +0.30	Cheedam	17-02-83	4.0	SS +0.005
Shaper	23-03-70	5.5	KODB +0.12	Turquoise	14-04-83	5.7	TSG –0.014
Snubber	21-04-70	4.4	KODB +0.24	Armada	22-04-83	4.0	SS +0.008
Can Red +	21-04-70	4.6	KODB +0.24	Crowdie	05-05-83	4.4	SS +0.012
Beebalm	01-05-70	4.2	KODB +0.25	Fahada	26-05-83	4.5	SS +0.003
Hod B (Red) +	01-05-70	4.3	KODB +0.25	Danablu	09-06-83	4.5	SS +0.002
Cornice Green +	15-05-70	5.1	KODB –0.34	Laban	03-08-83	4.2	SS +0.003
Morrone	21-05-70	5.1	KODB –0.23	Sabado	11-08-83	4.4	SS +0.005
Flask Green +	26-05-70	5.5	KODB –0.83	Branco Herkimer +	21-09-83	3.7	SS –0.018
Arnica Yellow +	26-06-70	4.3	KODB –0.06	Techado	22-09-83	4.6	TSG –0.025
Tueras	14-10-70	5.5	KODB –0.06	Muggins	09-12-83	4.0	TSG –0.049
Abeytas	05-11-70	4.9	KODB +0.16	Romano	16-12-83	5.8	TSG –0.009
Artesia +	16-12-70	5.1	KODB +0.24	Gorbea	31-01-84	4.3	TSG –0.030
Carpetbag	17-12-70	5.8	KODB +0.16	Tortugas	01-03-84	5.9	SS 0.000
Baneberry	18-12-70	5.1	KODB +0.06	Agrini	31-03-84	4.5	SS +0.011
Embudo	16-06-71	4.9	KODB –0.12	Mundo	01-05-84	5.4	TSG +0.001
Laguna	23-06-71	4.8	KODB +0.38	Caprock	31-05-84	5.8	TSG –0.006
Harebell	24-06-71	4.9	KODB +0.25	Duoro	20-06-84	4.7	SS +0.003
Miniata	08-07-71	5.5	KODB –0.27	Correo	02-08-84	4.6	TSG –0.009
Algodones	18-08-71	5.4	KODB +0.067	Dolcetto +	30-08-84	4.5	TSG –0.003
Pedernal	29-09-71	4.4	KODB +0.190	Breton	13-09-84	5.0	SS +0.002

Cathay	08-10-71	4.7	KODB +0.094
Lagoon	14-10-71	3.9	KODB +0.041
Parnassia	30-11-71	4.4	KODB +0.193
Chaenactis +	14-12-71	4.7	KODB +0.059
Zinnia	17-05-72	4.4	KODB -0.190
Monero	19-05-72	4.9	KODB -0.119
Atarque	25-07-72	3.8	KODB +0.101
Oscuro	21-09-72	5.7	KODB -0.185
Dolphinium	26-09-72	4.4	KODB -0.015
Flax Source +	21-12-72	4.8	KODB -0.306
Miera	08-03-73	5.4	KODB +0.120
Angus +	25-04-73	4.7	KODB -0.384
Starwort	26-04-73	5.6	KODB -0.358
Potrillo	21-06-73	5.1	KODB +0.212
Portulaca	28-06-73	4.9	KODB -0.229
Escabosa	10-07-74	5.7	SS нет δT
Portmanteau	30-08-74	5.8	SS +0.151
Stanyan	26-09-74	5.6	SS +0.050
Topgallant	28-02-75	5.7	SS -0.295
Keelson	04-02-76	5.8	SS +0.178
Strait	17-03-76	5.8	TSG -0.196
Billet	27-07-76	5.3	SS +0.193
Redmud	08-12-76	4.9	TSG -0.007
Asiago	21-12-76	4.8	SS +0.128
Rudder	28-12-76	5.5	TSG -0.017
Cove +	16-02-77	4.3	SS +0.148
Marsilly	05-04-77	5.6	TSG -0.124
Bulkhead	27-04-77	5.4	TSG -0.006
Crewline	25-05-77	5.3	SS +0.197
Strake	04-08-77	5.0	SS +0.112
Scantling	19-08-77	5.6	TSG -0.100
Coulommiers	27-09-77	4.8	SS -0.043
Bobstay	26-10-77	4.4	TSG -0.021
Sandreef	09-11-77	5.7	TSG -0.018
Seamount	17-11-77	4.7	SS +0.017
Faraliones	14-12-77	5.7	TSG -0.002
Reblochon	23-02-78	5.6	TSG -0.006

Villita	10-11-84	4.4	TSG -0.005
Vaughn	15-03-85	4.8	SS +0.002
Cottage	23-03-85	5.3	TSG -0.024
Hermosa	02-04-85	5.8	TSG -0.023
Ville	12-06-85	4.6	TSG -0.004
Maribo	26-06-85	4.9	TSG -0.008
Chamita	17-08-85	4.6	SS +0.003
Ponil	27-09-85	4.7	SS +0.005
Roquefort	16-10-85	4.6	TSG 0.000
Kinibito	05-12-85	5.7	SS +0.023
Glencoe	22-03-86	5.1	TSG -0.015
Panamint	21-05-86	3.9	SS +0.002
Tajo	05-06-85	5.3	SS +0.005
Cornucopia	24-07-86	4.4	SS +0.012
Gascon	14-11-86	5.8	SS -0.002
Hazebrook Apricot +	03-02-87	?	TSG -0.003
Tornero	11-02-87	4.5	SS +0.009
Brie	18-06-87	4.6	SS +0.004
Panchuela	30-06-87	4.1	TSG -0.003
Midland	16-07-87	4.8	TSG -0.002
Tahoka	13-08-87	5.9	TSG -0.013
Borate	23-10-87	5.2	TSG -0.004
Abilene	07-04-88	4.0	SS -0.009
Schellbourne	13-05-88	4.8	TSG -0.020
Laredo	21-05-88	4.3	SS -0.005
Bullfrog	30-08-88	5.0	TSG -0.003
Dalhart	13-10-88	5.9	SS +0.010
Texarkana	10-02-89	5.2	TSG +0.013
Kawich Black +	24-02-89	4.4	TSG +0.002
Ingot	09-03-89	5.0	SS +0.022
Palisade 3 +	15-05-89	4.4	TSG -0.005
Metropolis	10-03-90	5.0	SS +0.036
Austin	21-06-90	4.0	TSG -0.016
Coso Silver +	08-03-91	4.4	TSG нет δT
Floydata	15-08-91	4.2	TSG нет δT
Lubbock	18-10-91	5.2	TSG нет δT
Bristol	26-11-91	4.6	TSG нет δT

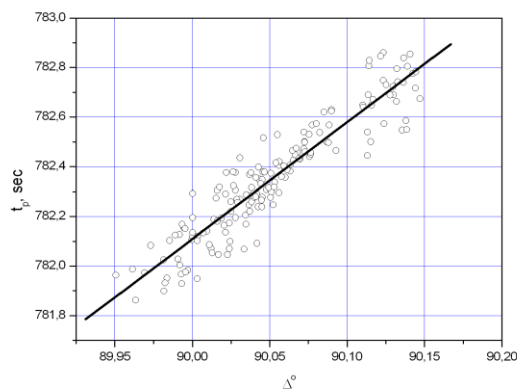


Рисунок 5. $t_p = F(\Delta^\circ)$ продольной волны трассы «Yucca – Боровое»

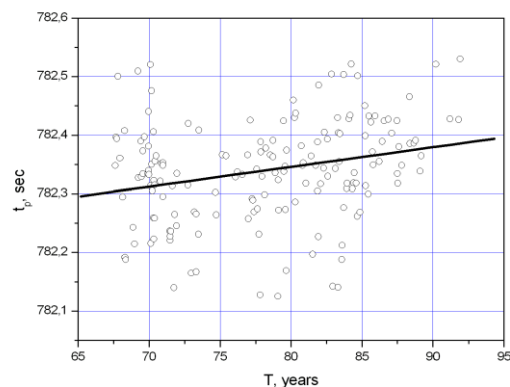


Рисунок 6. Линейный тренд $t_p = F(\text{годы})$ трассы «Yucca – Боровое»

Уравнения локальных годографов продольной волны площадок NTS:

- площадка Pahute – Боровое: $t_p (\text{сек}) = 341.36813 + (4.89884 \pm 0.34095) \times \Delta^\circ$ (рисунок 1);
- площадка Rainier – Боровое: $t_p (\text{сек}) = 351.51703 + (4.78444 \pm 1.08600) \times \Delta^\circ$ (рисунок 3);
- площадка Yucca – Боровое: $t_p (\text{сек}) = 358.90015 + (4.70232 \pm 0.14301) \times \Delta^\circ$ (рисунок 5).

Уравнения линейного тренда времени пробега продольной волны площадок NTS на интервале 1967 – 1992 гг.:

- площадка Pahute – Боровое: $t_p (\text{сек}) = 780.94241 + (0.00671 \pm 0.00132) \times T (\text{год})$ (рисунок 2);

–площадка Rainier – Боровое: $t_p (\text{сек}) = 781.71094 + (0.00138 \pm 0.00194) \times T (\text{год})$ (рисунок 4);
 –площадка Yucca – Боровое: $t_p (\text{сек}) = 782.07716 + (0.00336 \pm 0.00096) \times T (\text{год})$ (рисунок 6).

Из рисунков 1, 3, 5, 7 видно, что времена пробега продольной волны от отдельных испытаний имеют отклонения от локального годографа, не превышающие ± 0.3 секунды.

На рисунках 7, 8 представлены локальный годограф и линейный тренд продольной волны на трассе Невадский полигон (NTS) – сейсмическая станция «Боровое».

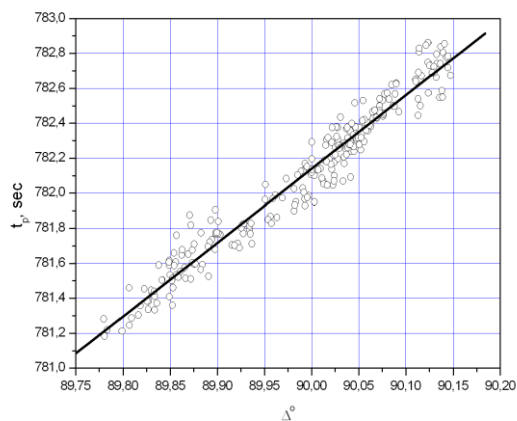


Рисунок 7. $t_p = F(\Delta^\circ)$ продольной волны трассы «NTS – Боровое»

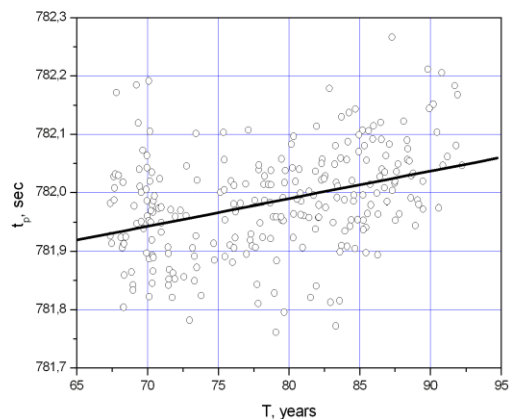


Рисунок 8. Линейный тренд $t_p = F(\text{годы})$ трассы «NTS – Боровое»

Уравнения локального годографа и линейного тренда времени пробега на трассе «NTS – BRVK»:

Локальный годограф: $t_p (\text{сек}) = 402.46392 + (4.21861 \pm 0.05841) \times \Delta^\circ$ (рисунок 7);

Линейный тренд времени пробега: $t_p (\text{сек}) = 781.61458 + (0.00469 \pm 0.00075) \times T (\text{год})$ (рисунок 8).

Линейные тренды времени пробега продольной волны на трассе Невадский полигон – сейсмическая станция «Боровое» на интервале 1967 – 1992 гг. являются положительными, как от отдельных площадок NTS, так и от Невадского полигона в целом (таблица 4).

Таблица 4. Линейные тренды времени пробега продольной волны на трассе Невада – Боровое

Трасса	Количество испытаний в базе данных ИДГ РАН	Оценка линейного тренда, мс/год	Примечания
Pahute – BRVK	70	$+ 6.71 \pm 1.32$	
Rainier – BRVK	27	$+ 1.38 \pm 1.94$	
Yucca – BRVK	196	$+ 3.36 \pm 0.96$	
NTS – BRVK	293	$+ 4.69 \pm 0.75$	

Среднеквадратическое отклонение оценки линейного тренда на трассе площадка Rainier – станция «Боровое» превышает значение оценки вследствие, по-видимому, малого количества испытаний на этой площадке. Следует отметить положительные значения тренда времени пробега продольной волны, как по отдельным площадкам Невадского полигона, так и по полигону в целом, что подтверждает выводы ранее выполненных исследований об увеличении времени пробега продольной волны в период 1961 -1992 гг. на трассе Невада – Боровое [8].

Как отмечалось в [2] «Есть возможность документально проверить **время** возникновения сбоев: в процессе **регистрации** или при **переформатировании**. По установленному в экспедиции № 4 Спецсектора ИФЗ АН СССР (сейчас ГО «Боровое») регламенту регистрации ПЯВ магнитная цифровая запись подземного ядерного взрыва дублировалась в трёх экземплярах для хранения. Но, главное, вступление сигнала на вертикальной составляющей каждого короткопериодного комплекта аппаратуры обязательно декодировалось на большой скорости развёртки (до 28 мм/с для СЦР-ТСГ и 9 мм/с для КОД и СЦР-СС)...Эти декодированные записи хранятся в архиве ГО «Боровое». При современной технике их достаточно просто оцифровать, измерить и внести исправления в записи современной базы данных подземных ядерных испытаний». В этом случае значения поправок БСВ

цифровых станций КОД, СЦР-СС и СЦР-ТСГ [6] могут быть использованы при оцифровке соответствующих декодированных записей.

Список литературы

1. An V.A., Ovtchinnikov V.M., Kaazik P.B., Adushkin V.V., Sokolova I.N., Aleschenko I.B., Mikhailova N.N., Kim W-Y., Richards P.G., Patton H.J., Phillips W.S., Randall G., Baker D. A digital seismogram archive of nuclear explosion signals, recorded at the Borovoye Geophysical Observatory, Kazakhstan, from 1966 to 1996 // *GeoResJ*, 2015. – No. 6. – P. 141 – 163.
2. Ан В.А., Каазик П.Б., Челюбеева Т.В. Годографы геофизической обсерватории «Боровое» по подземным ядерным испытаниям // *Вестник НЯЦ РК*, 2016. Вып. 2. С. 90 – 95.
3. Ан В.А., Башилов И.П., Каазик П.Б., Коновалов В.А. О нормалях магнитных цифровых записей архива геофизической обсерватории «Боровое» // *Вестник НЯЦ РК*, 2010. Вып. 3. С. 62 – 69.
4. Springer, D.L., Pawloski G.A., Ricca J.I., Rohrer R.F., Smith D.K. Seismic source summary for all U.S. below-surface nuclear explosions // *Bull. Seism. Soc. Am.*, 2002. Vol. 92, No. 5. P. 1806 – 1840.
5. Ан В.А., Каазик П.Б., Челюбеева Т.В. Поправки времени цифровых сейсмограмм геофизической обсерватории «Боровое» // *Вестник НЯЦ РК*, 2016. Вып. 3. С. 30 – 35.
6. Ан В., Андриюшкина Л., Бушуева Е., Годунова Л. Погрешности блоков службы времени цифровых сейсмических станций Геофизической обсерватории «Боровое» // ИДГ РАН, ГО «Боровое» ИГИ НЯЦ РК. Отчёт, 1997. – 189 с.
7. Ан В.А., Люкэ Е.И. Циклические изменения параметров сейсмической волны Р на трассе Невада – Боровое // *Физика Земли*, 1992. № 4. С.20 – 31.
8. Ан В.А., Годунова Л.Д., Каазик П.Б. Тренд времени пробега продольной сейсмической волны на интервале 1961 – 1992 гг // Пятая научно-техническая конференция «Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России», 27.09.–03.10.2015, Петропавловск-Камчатский, секция «Сейсмичность, сейсмическая опасность», <http://www.emsd.ru/conf2015lib/mlib.html> .