

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ГИДРОСПЕЦГЕОЛОГИЯ
(ФГБУ «ГИДРОСПЕЦГЕОЛОГИЯ»)
Филиал «Южный региональный центр ГМСН»

УТВЕРЖДАЮ

Директор филиала
ФГБУ «Гидроспецгеология»
«Южный региональный центр ГМСН»

_____ И.Б. Королев
«___» _____ 2019 г.

Информационный бюллетень

с оценкой сейсмогеодинамического состояния недр и степени сейсмической
опасности Северо-Кавказского региона

за октябрь 2019 г.

Главный гидрогеолог
ФГБУ «Гидроспецгеология»
«Южный региональный центр ГМСН» _____ Л.А. Терещенко

Начальник отдела мониторинга
эндогенных геологических процессов
филиала ФГБУ «Гидроспецгеология»
«Южный региональный центр ГМСН» _____ Д.Н. Забирченко

Ессентуки, ноябрь 2019 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	стр. 4
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.....	5
1. Сейсмическая обстановка на территории Северо-Кавказского сейсмоактивного региона в октябре 2019 г.....	5
2. Оценка сейсмогеодинамического состояния недр Северо-Кавказского сейсмоактивного региона по данным мониторинга гидрогеодеформационного поля.....	17
3. Оценка сейсмогеодинамического состояния недр Северо-Кавказского сейсмоактивного региона по данным мониторинга геофизических и газо-гидрохимических полей.....	26
4. Комплексная оценка сейсмогеодинамического состояния недр Северо-Кавказского сейсмоактивного региона, включая территорию Сочинского полигона и Эльбрусского сейсмovolканического узла.....	32
4.1 Оценка степени сейсмической опасности на ноябрь 2019 г. ...	35
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	44

СПИСОК РИСУНКОВ В ТЕКСТЕ

Рис. 1 Схема сети мониторинга опасных эндогенных геологических процессов по состоянию на 31.10.2019 г.	6
Рис. 2 Схема глубинного строения Северного Кавказа (Греков И. И., Лаврищев В.А, 2009)	7
Рис. 3 Схема тектонического районирования Северного Кавказа (альпийский этап) по И.И. Грекову, Г.И. Баранову (1999 г.)	8
Рис. 4 Карта-схема сейсмичности по предварительным данным ССД ГС РАН в период с 01.10.2019 г. по 31.10.2019 г. на основе схемы глубинного строения Северного Кавказа.....	10
Рис. 5 Карта-схема сейсмичности по предварительным данным каталога EMSC в период с 01.10.2019 г. по 31.10.2019 г. на основе схемы глубинного строения Северного Кавказа.....	11
Рис. 6 Ежедекадные тренды гидрогеодеформационного поля Северо-Кавказского региона в октябре 2019 г.	18
Рис. 7 Схема наблюдательной сети ГГД мониторинга по состоянию на 31.10.2019 г. на основе карты гидрогеологического районирования территории Российской Федерации (территория ЮФО и СКФО), актуализированной на 01.01.2016 г. (ВСЕГИНГЕО, 2015 г.)	21
Рис. 8 Комплексный график вариаций наблюдаемых параметров по скв. 3003 (ст-ца Иркилевская, Краснодарский кр.) в период с 20.09 по 05.11.2019 г.	22
Рис. 9 Графики вариаций приведенных амплитуд УПВ по скв. 3061 (г. Моздок), рассчитанные на контрольный час (3 часа Гринвича), по среднесуточным, почасовым и минимальным-максимальным данным УПВ в сопоставлении с сейсмичностью в радиусе до 100 км по данным ССД ЕГС РАН	25
Рис. 10 Графики вариаций приведенных амплитуд УПВ по скв. 3016 (г. Владикавказ), рассчитанные на контрольный час (3 часа Гринвича), по среднесуточным, почасовым и минимальным-максимальным данным УПВ в сопоставлении с сейсмичностью в радиусе до 100 км по данным ССД ЕГС РАН	26
Рис. 11 Комплексный график вариаций наблюдаемых параметров по скв. 3005 (район КМВ, п. Санамер) в период с 20.09 по 05.11.2019 г. в сопоставлении с сейсмичностью в радиусе до 50 км по данным ССД ЕГС РАН	27
Рис. 12 Комплексный график вариаций наблюдаемых параметров по скв. 3061 (РСО-Алания, г. Моздок) в период с 21.07 по 05.11.2019 г. в сопоставлении с сейсмичностью по данным ССД ЕГС РАН в радиусе до 100 км	27

Рис. 13 Комплексный график вариаций наблюдаемых параметров по скв. 3016 (РСО-Алания, г. Владикавказ) в период с 25.09 по 08.11.2019 г. в сопоставлении с сейсмичностью по данным ССД ЕГС РАН в радиусе до 100 км	27
Рис. 14 Графики вариаций приведенных амплитуд УПВ по скв. 3055 и 3056 (Республика Дагестан), рассчитанные по данным УПВ на контрольный час (3 часа Гринвича), в сопоставлении с сейсмичностью в радиусе до 100 км по данным ССД ЕГС РАН	28
Рис. 15 Комплексный график вариаций ЭМИ (ЕИЭМПЗ) в период с 01.10 по 31.10.2019 г.	30
Рис. 16 Вариации содержания гелия в ист. Гильяр (Республика Дагестан) и в ист. Джеркли (КЧР) в сентябре-октябре 2019 г. в сопоставлении с сейсмичностью по данным ССД ЕГС РАН	33
Рис. 17 Графики количества землетрясений (по данным ССД ЕГС РАН), реализовавшихся в октябре конкретного года в период 1991-2019 гг., в Западной, Центральной и Восточной частях Северо-Кавказского региона и прилегающих территориях ...	36
Рис. 18 Сейсмичность Анатолийско-Кавказского региона по данным оперативного каталога ССД ЕГС РАН за период с 01.01.1991 г. до 31.12. 2018 г.	38
Рис. 19 Количество регистрируемых ССД ЕГС РАН сейсмических событий в зависимости от магнитуды в Анатолийско-Кавказском регионе с 1991 по 2018 гг.	38
Рис. 20 Количество регистрируемых ССД ЕГС РАН сейсмических событий в зависимости от магнитуды в Кавказском регионе с 1991 по 2018 гг.	38
Рис. 21 Количество регистрируемых ССД ЕГС РАН сейсмических событий в Кавказском регионе в зависимости от магнитуды и месяца года с 1991 по 2018 гг.	38
Рис. 22 График количества землетрясений (по данным ССД ЕГС РАН), реализовавшихся в ноябре конкретного года в период 1991-2018 гг., в Восточной части Северо-Кавказского региона и прилегающих южных, юго-восточных территориях ...	39
Рис. 23 График количества землетрясений (по данным ССД ЕГС РАН), реализовавшихся в ноябре конкретного года в период 1991-2018 гг., в Центральной части Северо-Кавказского региона и прилегающих южных территориях	40
Рис. 24 График количества землетрясений (по данным ССД ЕГС РАН), реализовавшихся в ноябре конкретного года в период 1991-2018 гг., в Западной части Северо-Кавказского региона и прилегающей акватории Черного и Азовского морей ..	41
Рис. 25 Диаграмма распределения сейсмической активности в ноябре в течение предшествующего 28 летнего периода для Западной части Северо-Кавказского региона ...	43
Рис. 26 Карта-схема сейсмичности, зафиксированной в ноябре по данным каталога ССД ЕГС РАН за период с 1991-2018 гг. относительно элементов тектонического районирования Северного Кавказа	45

СПИСОК ТАБЛИЦ В ТЕКСТЕ

Таблица 1 Предварительный каталог землетрясений Северо-Кавказского региона и сопредельных территорий по данным ССД ЕГС РАН (г. Обнинск) с 1 по 31 октября 2019 г.	12
Таблица 2 Предварительный каталог землетрясений Северо-Кавказского региона и сопредельных территорий по данным EMSC (Европейско-Средиземноморский сейсмологический центр) с 1 по 31 октября 2019 г.	13
Таблица 3 Анализ среднемесячных многолетних данных УПВ по скважинам сети ГГД мониторинга за октябрь периода 1990-2018 гг. и текущего октября 2019 г.	20

СПИСОК ПРИЛОЖЕНИЙ В ТЕКСТЕ

Приложение. Раздел бюллетеня с оценкой эндогеодинамического состояния и сейсмической активности недр в пределах Азово-Черноморской и Каспийской прибрежных зон Северо-Кавказского сейсмоактивного региона, в том числе на территории Сочинского полигона за октябрь 2019 г. (АО «Южморгеология»)	48
--	----

ВВЕДЕНИЕ

Работы в октябре 2019 г. по «Ведению мониторинга эндогенных геологических процессов в Северо-Кавказском сейсмоактивном регионе Российской Федерации в 2017-2019 годах» выполнялись филиалом ФГБУ «Гидроспецгеология» «Южный региональный центр ГМСН» по Государственному заданию ФГБУ «Гидроспецгеология» от 18.01.2019 г. № 049-00012-19-00 на 2019 год и на плановый период 2020 и 2021 годов, утвержденное заместителем руководителя Федерального агентства по недропользованию 27.12.2018, в соответствии с Техническим (геологическим) заданием.

Источник финансирования: Федеральный бюджет Российской Федерации.

Целевым назначением работ является:

Оценка сейсмогеодинамического состояния геологической среды и степени сейсмической опасности в Северо-Кавказском сейсмоактивном регионе Российской Федерации на основе ведения мониторинга гидрогеодеформационного, геофизического и газо-гидрогеохимического полей по сети действующих наблюдательных пунктов и полигонов.

Пространственные границы объекта: Северо-Кавказский сейсмоактивный регион России, Северо-Кавказский федеральный округ, Южный федеральный округ.

Информационный бюллетень составлен на основе комплексного анализа данных гидрогеодеформационного (ГГД), геофизического и газо-гидрогеохимического мониторинга на территории Северо-Кавказского сейсмоактивного региона (в пределах Северо-Кавказского полигона).

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В октябре 2019 года продолжены наблюдения за опасными эндогенными геологическими процессами (ОЭНГП) территории Северо-Кавказского сейсмоактивного региона по сети наблюдательных пунктов (рис. 1).

В отчетном месяце выполнялись *полевые работы* по:

- выполнению регламентных работ на 19 наблюдательных скважинах по ведению ГГД-мониторинга, включая наблюдения за напряженно-деформированным состоянием недр путем регистрации наблюдаемых параметров (уровень подземных вод, температура, атмосферное давление и электропроводность) гидрогеодеформационного поля;
- выполнению регламентных работ по ведению мониторинга геофизических и газо-гидрогеохимических полей на Северо-Кавказском полигоне, включая регистрацию сейсмических сигналов, геодинамические наблюдения и наблюдения за интенсивностью потока электромагнитных импульсов путем регистрации магнитной составляющей естественного импульсного электромагнитного поля Земли;
- сбору, предварительной полевой обработке и анализу данных геофизического и газо-гидрогеохимического мониторинга, а также программно-техническому сопровождению указанных работ (см. Информационные записки за октябрь 2019 г.).

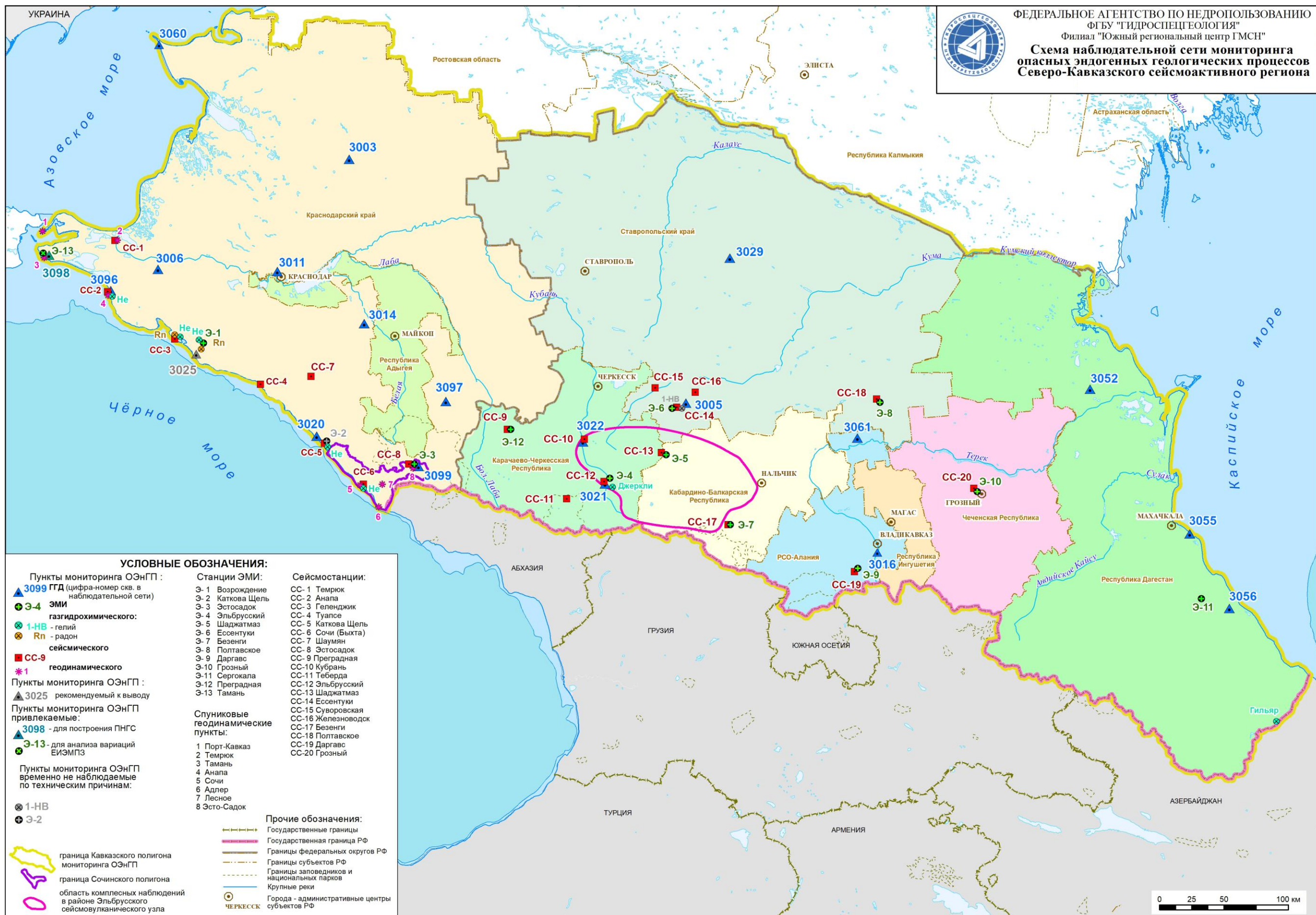
Продолжены *камеральные работы* по:

- сбору и обработке ежедневных и ежеднекадных данных мониторинга гидрогеодеформационного поля в 19 наблюдательных скважинах;
- сбору и обработке ежеднекадных данных наблюдений мониторинга геофизических и газо-гидрогеохимических полей на 1 полигоне;
- анализу данных гидрогеодеформационного, геофизического и газо-гидрогеохимического мониторинга на территории Северо-Кавказского сейсмоактивного региона, в том числе с целью оценки информативности действующих наблюдательных скважин и полигонов;
- ежемесячной оценке сейсмогеодинамического состояния недр Северо-Кавказского сейсмоактивного региона России на основе комплексного анализа данных гидрогеодеформационного, геофизического и газо-гидрогеохимического мониторинга с прогнозом возможной сейсмической опасности Северо-Кавказского региона с подготовкой ежемесячных информационных бюллетеней с графическими материалами (картами, схемами, графиками);
- программно-техническому сопровождению автоматизированной системы наблюдений за ГГД полем, геофизическими и газо-гидрогеохимическими полями Северо-Кавказского региона;
- ведению и пополнению структурированных массивов данных гидрогеодеформационной, геофизической и газо-гидрогеохимической информации, включающей все наблюдаемые параметры.

Наряду с этим, по данным каталогов землетрясений EMSC (Европейско-Средиземноморский сейсмологический центр) и ССД ЕГС РАН (Служба срочных донесений Единой Геофизической службы Российской академии наук) анализировался сейсмический режим Северо-Кавказского региона и сопредельных территорий с использованием схем глубинного строения и тектонического районирования территории региона (рис. 2-5, табл. 1-2).

1. Сейсмическая обстановка на территории Северо-Кавказского сейсмоактивного региона в октябре 2019 г.

По предварительным данным оперативного каталога Службы срочных донесений Единой геофизической службы РАН (далее ССД ЕГС РАН, г. Обнинск) в октябре (по состоянию на 01.11.2019 г.) на рассматриваемой территории Предкавказья, Большого Кавказа и прилегающих акваториях Азовского, Чёрного и Каспийского морей было



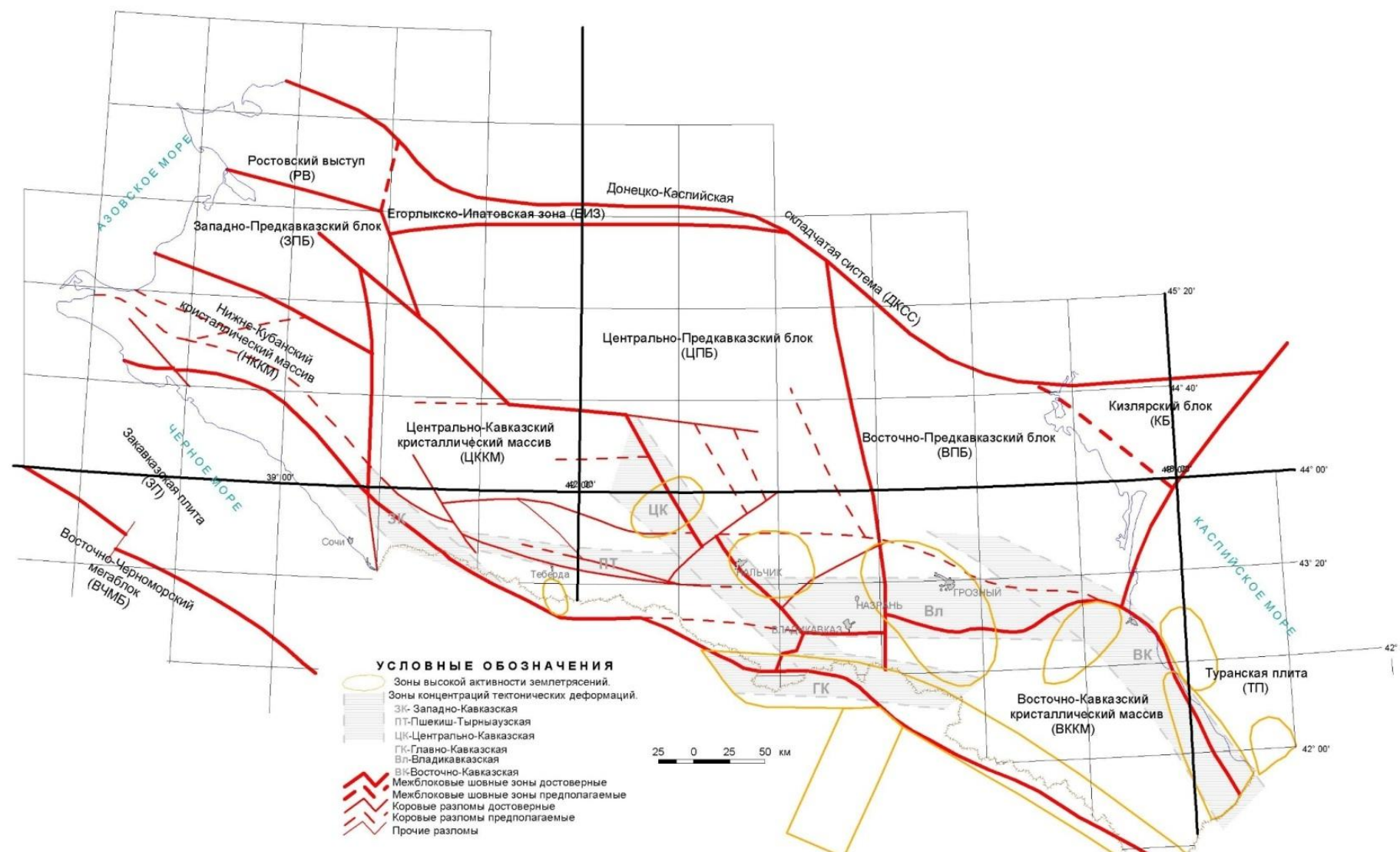


Рис. 2 Схема глубинного строения Северного Кавказа (Греков И. И., Лаврищев В.А, 2009)

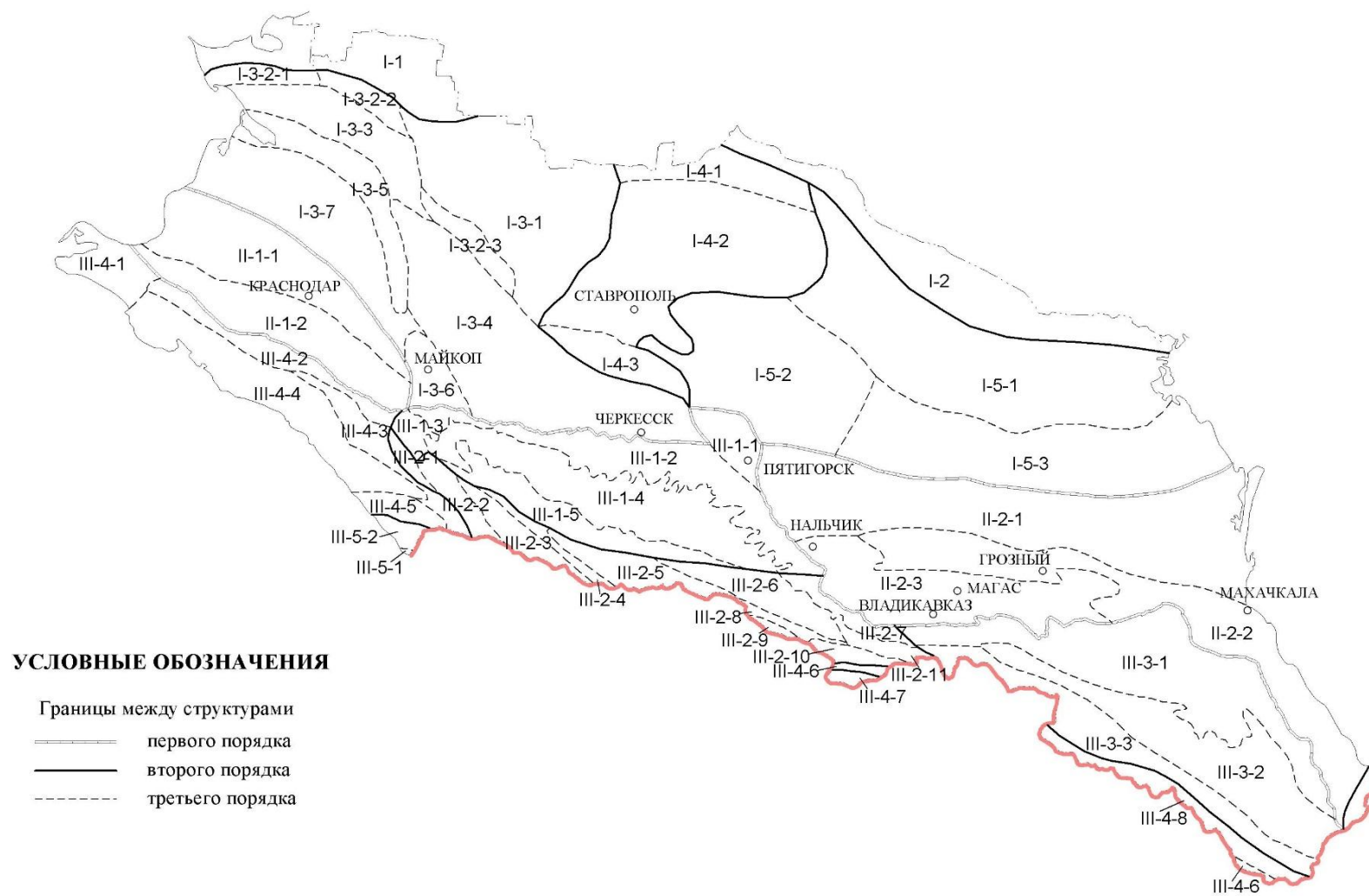


Рис. 3 Схема тектонического районирования Северного Кавказа (альпийский этап) по И.И. Грекову, Г.И. Баранову (1999 г.)

Перечень таксонов к схеме тектонического районирования Северного Кавказа (альпийский этап)

I. Русская платформа и Скифская эпигерцинская плита

- I-1 Ростовское поднятие
- I-2 Зона Манычских прогибов
- I-3 Азово-Кубанская впадина
 - I-3-1 Западно-Ставропольская впадина
 - I-3-2 ПЦербиновская (I-3-2-1), Ленинградская (I-3-2-2), и Соколовско-Алексеевская (I-3-2-3) зоны поднятий
 - I-3-3 Копанско-Ирклиевская зона впадин
 - I-3-4 Восточно-Кубанский прогиб
 - I-3-5 Каневско-Березанская зона поднятий
 - I-3-6 Адыгейский выступ
 - I-3-7 Тимашевская ступень
- I-4 Ставропольский свод
 - I-4-1 Приманьчская моноκлиналь
 - I-4-2 Северо-Ставропольское поднятие
 - I-4-3 Южно-Ставропольский вал
- I-5 Терско-Кумская впадина
 - I-5-1 Прикумская система поднятий
 - I-5-2 Восточно-Ставропольская (Чернолесская) впадина
 - I-5-3 Ногайская (Затеречная) ступень

II. Предкавказские альпийские краевые прогибы

- II-1 Западно-Кубанский прогиб
 - II-1-1 Славяно-Рязанский прогиб
 - II-1-2 Зона прибортовой и приосевой складчатости
- II-2 Терско-Каспийский прогиб
 - II-2-1 Терско-Сулакская зона прогибов
 - II-1-2 Зона прибортовой и приосевой складчатости
 - II-2-3 Зона локальных впадин
- II-3 Кусаро-Дивичинский прогиб

III. Большой Кавказ

- III-1 Северо-Кавказский краевой массив
 - III-1-1 Минераловодский выступ
 - III-1-2 Северо-Кавказская моноκлиналь
 - III-1-3 Логонакская зона
 - III-1-4 Лабино-Малкинская зона прерывистой складчатости
 - III-1-5 Поднятие Передового хребта
- III-2 Складчато-глыбовое поднятие Главного хребта Центрального Кавказа
 - III-2-1 Чугушское поднятие
 - III-2-2 Псеашхинская депрессия
 - III-2-3 Софийское поднятие
 - III-2-4 Архызско-Клычская депрессия
 - III-2-5 Тебердинское поднятие
 - III-2-6 Балкаро-Дигорское поднятие
 - III-2-7 Моноκлиналь зоны Скалистого хребта
 - III-2-8 Штулу-Харесская депрессия
 - III-2-9 Шхарское поднятие
 - III-2-10 Адайхох-Дарьяльское поднятие
 - III-2-11 Донифарс-Зинцарская депрессия
- III-3 Складчато-глыбовое поднятие Восточного Кавказа
 - III-3-1 Зона Известнякового Дагестана
 - III-3-2 Агвали-Хивская зона
 - III-3-3 Зона Бокового хребта
- III-4 Складчатые зоны
 - III-4-1 Таманская складчатая зона
 - III-4-2 Абино-Гунайская складчатая зона
 - III-4-3 Гойтхско-Ачихшинская складчатая зона
 - III-4-4 Новороссийско-Лазаревская складчатая зона
 - III-4-5 Чвежинская складчатая зона
 - III-4-6 Центральная складчатая зона
 - III-4-7 Чнауро-Дибрарская складчатая зона
 - III-4-8 Казбекско-Лагодехская зона
- III-5 Гагрско-Джавское складчато-глыбовое поднятие
 - III-5-1 Абхазская складчатая зона
 - III-5-2 Адлерская складчатая зона

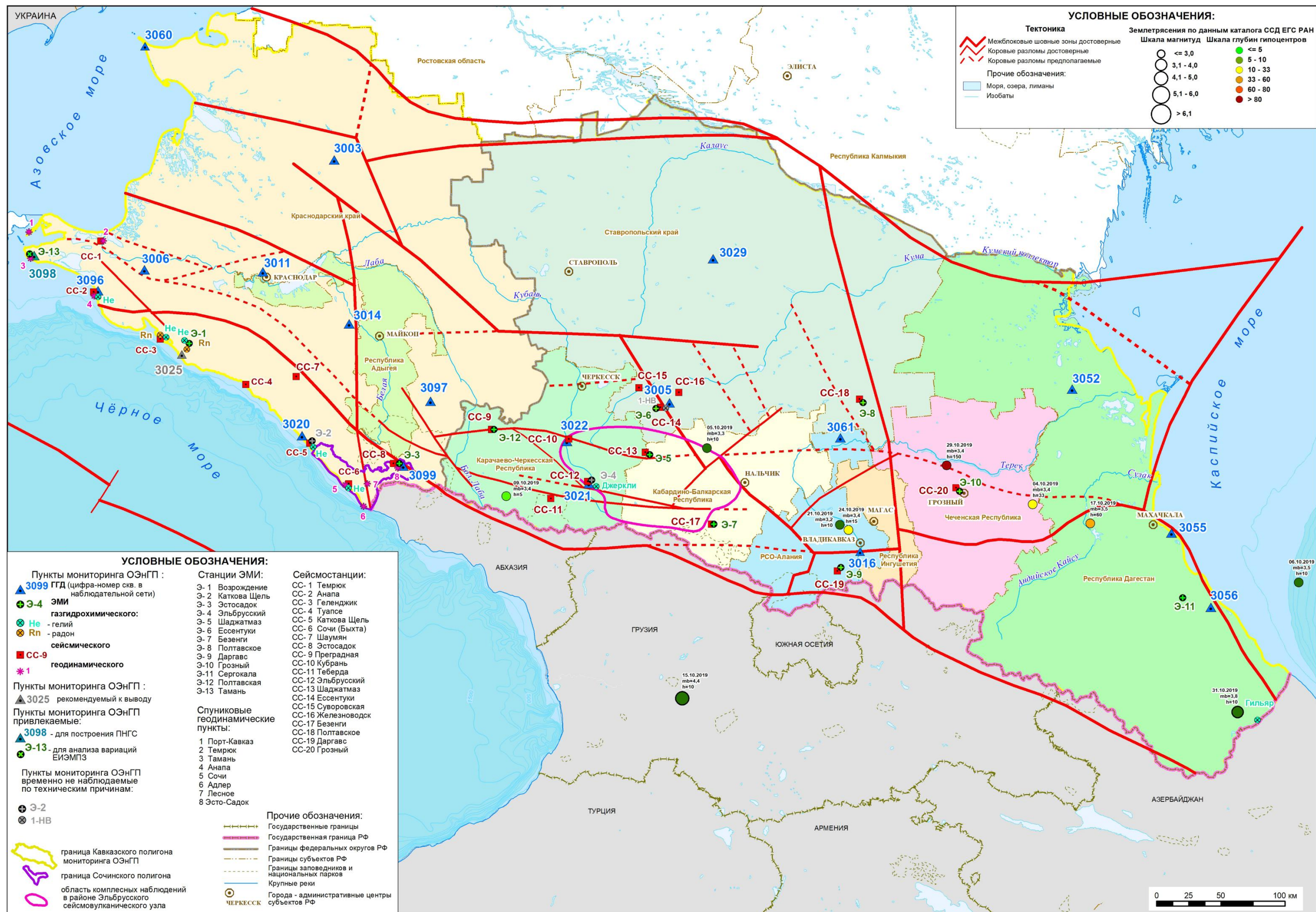


Рис. 4 Карта-схема сейсмичности по предварительным данным ССД ГС РАН в период с 01.10.2019 г. по 31.10.2019 г. на основе схемы глубинного строения Северного Кавказа

Таблица 1

**Предварительный каталог землетрясений Северо-Кавказского сейсмоактивного региона и сопредельных территорий
по данным ССД ЕГС РАН (г. Обнинск) с 1 по 31 октября 2019 г.**

№ п/п	Дата	Время	Lat	Long	Глу- бина	Маг- нит уда	Io	Расстояние от эпицентра землетрясения до ближайших скважин	Субъект РФ и др.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Центральная часть Предкавказья и складчато-глыбового сооружения Большого Кавказа									
1	05.10.2019	16:08:40	43,75	43,26	10	3,3	-	R(2-ю)=29 км, R(3005)=46 км, R(5)=55 км, R(3021)=93 км, R(3061)=103 км, R(3022)=108 км, R(3016)=142 км, R(3029)=149 км, Rвл = 27 км	Кабардино-Балкарская Республика
2	09.10.2019	09:19:40	43,47	41,31	5	3,4	2.5-3	R(3022)=63 км, R(3021)=66 км, R(3099)=87 км, R(3097)=94 км, R(5)=137 км, R(2-ю)=144 км, R(3005)=145 км, R(3020)=165 км, Rвл = 30 км	Карачаево-Черкесская Республика
3	21.10.2019	10:37:11	43,16	44,49	10	3,2	-	R(3016)=26 км, R(3061)=67 км, R(2-ю)=147 км, R(3005)=162 км, Rвл = 24 км	Республика Северная Осетия-Алания
4	24.10.2019	15:41:41	43,12	44,57	15	3,4	-	R(3016)=19 км, R(3061)=72 км, R(2-ю)=155 км, R(3005)=170 км, Rвл = 30 км	Республика Северная Осетия-Алания
Восточная часть Предкавказья и складчато-глыбового сооружения Большого Кавказа									
5	04.10.2019	12:52:18	43,2	46,34	33	3,4	-	R(3013)=91 км, R(3052)=94 км, R(3055)=108 км, R(3016)=136 км, R(3061)=156 км, R(3056)=157 км, Rвл = 30 км	Чеченская Республика
6	06.10.2019	01:33:47	42,47	48,77	10	3,5	-	R(3056)=69 км, R(3055)=104 км, R(3013)=128 км, R(3052)=229 км, Rвл = 33 км	Каспийское море
7	17.10.2019	18:23:35	43,03	46,87	60	3,5	-	R(3013)=50 км, R(3055)=62 км, R(3052)=105 км, R(3056)=112 км, R(3016)=176 км, Rвл = 33 км	Республика Дагестан
8	29.10.2019	21:18:34	43,52	45,55	150	3,4	-	R(3061)=85 км, R(3016)=94 км, R(3052)=113 км, R(3013)=160 км, R(3055)=179 км, Rвл = 30 км	Чеченская Республика
9	31.10.2019	12:58:59	41,62	48,07	10	3,8	2.5-3	R(3056)=83 км, R(3055)=147 км, R(3013)=176 км, R(3052)=280 км, Rвл = 44 км	Республика Дагестан
территория Закавказья									
1	15.10.2019	14:57:26	42,01	42,91	10	4,4	4	R(3016)=176 км, R(3021)=182 км, R(2-ю)=213 км, R(3022)=218 км, R(3005)=230 км, R(5)=233 км, R(3061)=235 км, R(3099)=282 км, R(3097)=301 км, R(3029)=344 км, R(3020)=355 км, R(3052)=381 км, R(3013)=387 км, R(3014)=388 км, R(3055)=390 км, R(3056)=403 км, Rвл = 80 км	Грузия

*Примечание: цветом выделена реализация землетрясений в течение месяца по декадам

I декада	II декада	III декада
----------	-----------	------------

Таблица 2

Предварительный каталог землетрясений Северо-Кавказского сейсмоактивного региона и сопредельных территорий по данным
EMSC (Европейско-Средиземноморский сейсмологический центр) с 1 по 31 октября 2019 г.

№ п/п	Дата	Время	Lat	Long	Глубина	Магнитуда	Тип М	Расстояние от эпицентра землетрясения до ближайших скважин	Субъект РФ и др.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Центральная часть Предкавказья и складчато-глыбового сооружения Большого Кавказа									
1	05.10.2019	16:08:40	43,75	43,26	10	3,3	mb	R(2-ю)=29 км, R(3005)=46 км, R(5)=55 км, R(3021)=93 км, R(3061)=103 км, R(3022)=108 км, R(3016)=142 км, R(3029)=149 км, РвЛ = 27 км	Кабардино-Балкарская Республика
2	09.10.2019	09:19:40	43,5	41,34	8	3,5	ML	R(3022)=59 км, R(3021)=64 км, R(3099)=88 км, R(3097)=93 км, R(5)=134 км, R(2-ю)=141 км, R(3005)=142 км, R(3020)=166 км, РвЛ = 33 км	Карачаево-Черкесская Республика
3	21.10.2019	10:37:11	43,16	44,49	10	3,2	mb	R(3016)=26 км, R(3061)=67 км, R(2-ю)=147 км, R(3005)=162 км, РвЛ = 24 км	Республика Северная Осетия-Алания
4	24.10.2019	15:41:41	43,12	44,57	15	3,4	mb	R(3016)=19 км, R(3061)=72 км, R(2-ю)=155 км, R(3005)=170 км, РвЛ = 30 км	Республика Северная Осетия-Алания
Восточная часть Предкавказья и складчато-глыбового сооружения Большого Кавказа									
5	04.10.2019	12:52:18	43,2	46,34	33	3,4	mb	R(3013)=91 км, R(3052)=94 км, R(3055)=108 км, R(3016)=136 км, R(3061)=156 км, R(3056)=157 км, РвЛ = 30 км	Чеченская Республика
6	04.10.2019	16:53:32	42,15	45,67	1	3,1	ML	R(3016)=121 км, R(3055)=178 км, РвЛ = 22 км	Грузия
7	06.10.2019	01:33:47	42,47	48,77	10	3,5	mb	R(3056)=69 км, R(3055)=104 км, R(3013)=128 км, R(3052)=229 км, РвЛ = 33 км	Каспийское море
8	17.10.2019	18:23:35	43,03	46,87	60	3,5	mb	R(3013)=50 км, R(3055)=62 км, R(3052)=105 км, R(3056)=112 км, R(3016)=176 км, R(3061)=203 км, РвЛ = 33 км	Республика Дагестан
9	29.10.2019	21:18:34	43,52	45,55	150	3,4	mb	R(3061)=85 км, R(3016)=94 км, R(3052)=113 км, R(3013)=160 км, R(3055)=179 км, R(2-ю)=209 км, РвЛ = 30 км	Чеченская Республика
10	31.10.2019	12:58:59	41,62	48,07	10	3,8	mb	R(3056)=83 км, R(3055)=147 км, R(3013)=176 км, R(3052)=280 км, РвЛ = 44 км	Республика Дагестан
территория Закавказья									
1	02.10.2019	11:14:13	41,13	45,97	10	3	ML	РвЛ = 20 км	Азербайджан
2	04.10.2019	03:05:32	41,07	43,94	2	3	ML	РвЛ = 20 км	Армения
3	09.10.2019	02:53:49	41,34	42,73	7	2,2	ML	РвЛ = 9 км	Турция
4	09.10.2019	06:22:09	41,75	42,6	6	2,1	ML	РвЛ = 8 км	Грузия
5	14.10.2019	17:50:34	41,49	42,81	2	2,7	ML	РвЛ = 15 км	Турция
6	15.10.2019	14:57:25	41,98	43,1	1	4,4	ML	R(3016)=166 км, R(3021)=191 км, R(2-ю)=216 км, R(3022)=227 км, R(3061)=230 км, R(3005)=233 км, R(5)=237 км, R(3099)=296 км, R(3097)=313 км, R(3029)=346 км, R(3020)=369 км, R(3052)=371 км, R(3013)=373 км, РвЛ = 80 км	Грузия
7	25.10.2019	08:14:36	41,46	41,99	10	2,4	ML	РвЛ = 11 км	Турция

*Примечание: цветом выделена реализация землетрясений в течение месяца по декадам

I декада II декада III декада

зафиксировано 9 землетрясений слабых и умеренных энергий с магнитудами (m_b) от 3.2 до 3.8 (рис. 4, табл. 1).

По данным ССД ЕГС РАН на прилегающей территории Закавказья, в Закавказской межгорной области и складчатых зон Малого Кавказа в октябре было зарегистрировано 1 землетрясение. Событие умеренной энергии ($m_b=4.4$; $h=10$ км) было зафиксировано (15.10.2019 г.) на территории Грузии, на северном фланге Аджаро-Триалетской складчатой зоны складчато-глыбового сооружения Малого Кавказа (близ границы с Рионской впадиной Закавказской межгорной области)

По данным каталога ССД ЕГС РАН гипоцентры большинства событий, зарегистрированных в сентябре на территории Закавказья, Большого Кавказа и Предкавказья, располагались в верхней части земной коры (5-15 км). Кроме землетрясения 29.10.2019 г. ($m_b=3.4$; $h=150$ км) реализовавшегося на территории Чеченской Республики в известной глубокофокусной очаговой области Терско-Каспийского прогиба (в зоне влияния Терского глубинного разлома). Очаг еще одного слабого землетрясения ($m_b=3.4$; $h=33$ км), зарегистрированного 04.10.2019 г. (эпицентр на границе Чеченской Республики и Республики Дагестан) на восточном фланге Терско-Каспийского прогиба (в зоне влияния Терского глубинного разлома) располагался в нижней части земной коры. По данным ССД ЕГС РАН относительно глубокофокусное землетрясение слабой энергии 17.10.2019 г. было зафиксировано ($m_b=3.5$; $h=60$ км) на территории Республики Дагестан, в районе Дагестанской очаговой области (на границе Дагестанского клина и Терско-Каспийского прогиба).

Согласно данным каталога ССД ЕГС РАН (рис. 4, табл. 1) основная сейсмическая активность в октябре проявилась в пределах *Восточной части* территории Предкавказья и складчато-глыбового сооружения Большого Кавказа и прилегающего шельфа Каспийского моря, где было зарегистрировано 5 землетрясений слабых и умеренных энергий с магнитудами (m_b) от 3.4 до 3.8.

В первой декаде октября (04.10.2019 г.) слабое, относительно глубокофокусное землетрясение ($m_b=3.4$; $h=33$ км), было зафиксировано на границе Чеченской Республики и Республики Дагестан, с эпицентром в пределах Терско-Сунженской зоны осевой складчатости Терско-Каспийского прогиба, в глубинной части Курчалойской очаговой области (в зоне влияния Терского корового разлома). Затем, 09.10.2019 г. сейсмическое событие слабой энергии ($m_b=3.5$; $h=10$ км) реализовалось в прилегающей зоне шельфа Каспийского моря, на юго-восточном окончании Терско-Каспийского прогиба (море), с эпицентром в пределах Среднекаспийской моноклинали.

В конце второй декады (17.10.2019 г.), сейсмичность реализовалась уже в зоне моноклинали Известнякового Дагестана складчато-глыбового сооружения Большого Кавказа, относительно глубокофокусным землетрясением слабой энергии ($m_b=3.5$; $h=60$ км). Данное событие зафиксировало сохранение режима сейсмической активности в районе Дагестанской очаговой области, и ее миграцию в более глубокие горизонты.

В конце третьей декады (29.10.2019 г.), сейсмичность вновь проявилась на территории Чеченской Республики в связи с реализацией слабого землетрясения ($m_b=3.4$; $h=150$ км), в известной глубокофокусной очаговой области Терско-Каспийского прогиба (в зоне влияния Терского глубинного разлома). Затем, 31.10.2019 г. землетрясение умеренной энергии ($m_b=3.8$; $h=10$ км), было зарегистрировано на границе Ахвали-Хивской складчатой зоны поднятия Восточного Кавказа и структуры Кусаро-Дивичинского прогиба.

Согласно данным каталога ССД ЕГС РАН (рис. 4, табл. 1) в пределах *Центральной части* территории Предкавказья и складчато-глыбового сооружения Большого Кавказа в октябре было зафиксировано 4 землетрясения слабых энергий с магнитудами (m_b) от 3.2 до 3.4.

В середине первой декады октября (05.10.2019 г.) слабое землетрясение ($m_b=3.3$; $h=10$ км), было зафиксировано на севере территории Кабардино-Балкарской Республики, в зоне

тектонического узла на пересечении Невинномысско-Нальчикской шовной зоны и Баксанского корового разлома.

В конце первой декады октября (09.10.2019 г.) слабое землетрясение ($m_b=3.4$; $h=5$ км), было зафиксировано ССД ЕГС РАН в пределах Тебердинского поднятия Главного хребта (в зоне влияния Пшекиш-Тырнаузского глубинного разлома), на юге Карачаево-Черкесской Республики.

В начале второй декады серия из двух сейсмических событий слабой энергии 21.10.2019 г. ($m_b=3.2$; $h=10$ км) и 24.10.2019 г. ($m_b=3.4$; $h=15$ км) реализовались в пределах Осетинской впадины Терско-Каспийского прогиба (в зоне влияния Владикавказского глубинного разлома), на территории Республики Северная Осетия – Алания.

По данным ССД ЕГС РАН в пределах *Западной части* территории Предкавказья и складчато-глыбового сооружения Большого Кавказа, а также прилегающей акватории Черного моря в отчетном месяце землетрясений не зафиксировано. Наблюдался относительно частый для данной области режим сейсмического затишья.

По данным каталога EMSC (Европейско-Средиземноморский сейсмологический центр), на рассматриваемой территории Большого Кавказа и Предкавказья зафиксированы (рис. 5, табл. 2) 10 сейсмических событий.

Кроме описанных выше землетрясений (9 событий по данным ССД ЕГС РАН), в каталоге EMSC отражено еще 1 сейсмическое событие слабой энергии, реализовавшееся 04.10.2019 г. ($M_L=3.1$) в пределах Казбекско-Лагодехской складчатой зоны южного склона складчато-глыбового поднятия Восточного Кавказа (на северо-востоке Грузии близ границы с Республикой Дагестан).

По данным каталога EMSC для рассматриваемой территории Закавказья зарегистрированы 7 землетрясений. Кроме 1-го землетрясения, описанного ранее (событие 15.10.2019 г.) по каталогу ССД ЕГС РАН, согласно данным EMSC еще 2 землетрясения слабой энергии реализовались в пределах тектонической зон складчато-глыбового сооружения Малого Кавказа, 02.10.2019 г. ($M_L=3.0$) на северо-западе Азербайджана (Куринская впадина) и 04.10.2019 г. ($M_L=3.0$) на севере Армении (Ахалкалинское поднятие).

Также по данным каталога EMSC 09.10.2019 г. еще одно землетрясение слабой энергии ($M_L=2.1$) было зафиксировано 09.10.2019 г. на юго-западе Грузии, в пределах Аджаро-Триалетской тектонической зоны Малого Кавказа.

Кроме того, для рассматриваемой территории Закавказья, в каталоге EMSC отмечены 3 слабых землетрясения 09.10.2019 г. ($M_L=2.2$), 14.10.2019 г. ($M_L=2.7$) и 25.10.2019 г. ($M_L=2.4$) зафиксированных на северо-востоке территории Турции (близ границы с Грузией).

По результатам обработки и анализа первичных записей сейсмического мониторинга филиала «Южный региональный центр ГМСН» ФГБУ «Гидроспецгеология» и АО «Южморгеология» за октябрь, выявлены сейсмограммы, отождествляемые с реализацией 1-го локального землетрясения слабой энергии, не отраженного в каталогах ССД ЕГС РАН и EMSC.

По точкам регистрации Теберда, Преградная, Кубрань, Эстосадок, Суворовская, Шаджатмаз, Ессентуки 09.10.2019 были зафиксированы сейсмограммы местного толчка реализовавшегося (2019-10-09 13:44:15) по данным предварительной локализации, в пределах поднятия Главного хребта Центрального Кавказа (в зоне влияния Пшекиш-Тырнаузского глубинного разлома). По данным локализации данное событие слабой энергии ($M=2.3$) является афтершоком землетрясения умеренной энергии ($m_b=3.4$) зафиксированного (2019-10-09 09:19:40) ССД ЕГС РАН в эти же сутки.

Таким образом, по данным сейсмических наблюдений (предварительный каталог ССД ЕГС РАН, каталог EMSC (Европейско-Средиземноморский сейсмологический центр); каталог филиала «Южный региональный центр ГМСН») большинство сейсмических событий на рассматриваемой территории Кавказа в **октябре 2019 г.** произошло в

Восточной части Кавказского региона (Предкавказье, складчато-глыбовое сооружение Большого Кавказа и прилегающая акватория Каспийского моря), где было зафиксировано 6 землетрясений слабых и умеренных энергий с магнитудами (m_b) от 3.1 до 3.8 (в том числе на территории *Восточной части* Северного Кавказа 4 события).

В *Центральной части* Кавказского региона (Предкавказье, складчато-глыбовое сооружение Большого Кавказа) было зафиксировано 5 землетрясений слабой энергии (из них все 5 на территории *Центральной части* Северного Кавказа).

По данным каталогов землетрясений EMSC и ССД ЕГС РАН, а также по результатам сейсмического мониторинга филиала «Южный региональный центр ГМСН» ФГБУ «Гидроспецгеология» и АО «Южморгеология», в пределах *Эльбрусского сейсмovolканического узла* в **октябре** 2019 г. сейсмических событий не зафиксировано.

В пределах *Западной части* Кавказского региона (территория Предкавказья, складчато-глыбового сооружения Большого Кавказа, а также прилегающая акватория Черного моря) в отчетном месяце сейсмических событий не зарегистрировано. В пределах *Сочинского полигона*, в **октябре** проявления сейсмичности также не зафиксированы (рис. 4-5, табл. 1-2).

Количество сейсмических событий, зарегистрированных в **октябре** 2019 г. (ССД ЕГС РАН, EMSC, «ЮРЦ ГМСН») на территории *Восточной части* территории Кавказа и Предкавказья было на уровне нижних фоновых значений для последних 10-11 лет.

Особо надо отметить, что после высокой сейсмической активности в августе-сентябре в Закатальской очаговой области на южном склоне поднятия Восточного Кавказа (на территории Грузии и Азербайджана), в октябре фиксируется установление режима сейсмического затишья.

В *Центральной части* Кавказского региона количество землетрясений было на уровне средних значений фона для последних 10-ти лет. При этом отмечается сохранение режима сейсмического затишья (сентябрь-октябрь), после сейсмической активности на южном склоне складчато-глыбового поднятия Центрального Кавказа (Онийская очаговая область) зарегистрированной в прошлые месяцы.

В *Западной части* региона в **октябре** 2019 г. зафиксирован относительно частый для данной области режим сейсмического затишья.

Также нужно отметить продолжение сейсмической активности (событие 04.10.2019 г.) на северо-западе территории Армении, на северо-западном продолжении Спитакской очаговой области. Резкое увеличение уровня сейсмической активности, было зафиксировано здесь, в связи с реализацией 10.09.2019 г. относительно сильного ($m_b=4.8$) землетрясения и серии афтершоков (10 событий слабых и умеренных энергий).

2. Оценка сейсмогеодинамического состояния недр Северо-Кавказского сейсмоактивного региона по данным мониторинга гидрогеодеформационного поля

В октябре 2019 г. ГГД-мониторинг проводился по 18 наблюдательным скважинам (данные наблюдений от ЗАО «Отеко Портсервис» по скв. 3098 за октябрь не поступили в связи с выработкой ресурса элементов питания автоматического измерительного комплекса), в том числе по 2-м скважинам в пределах Эльбрусского сейсмovolканического узла и 1-й скважине на Сочинском полигоне (Краснодарский край, Карачаево-Черкесская Республика, Ставропольский край, Республика Северная Осетия-Алания, Республика Дагестан). Скважины ГГД-мониторинга оборудованы автоматизированными измерительными комплексами «Кедр-ДМ Z» с телеметрией.

Анализ данных наблюдений гидрогеодеформационного мониторинга выполнен по пяти измеряемым параметрам: уровень подземных вод, атмосферное давление, температура воздуха, электропроводность и температура подземных вод. Дополнительно, для площадных построений полей напряженности геологической среды, привлекались данные скважин ГОНС мониторинга подземных вод, расположенных в районе Кавказских Минеральных Вод.

Долгосрочная и среднесрочная оценка сейсмогеодинамического состояния геологической среды района работ выполнена на основе ретроспективного анализа мониторинга подземных вод и многолетних вариаций наблюдаемых параметров по временным графикам (в том числе и по среднемесячным значениям). Поведение многолетних трендов наблюдаемых параметров отражает характер (направленность) региональных напряжений, годовых и месячных трендов – локальных напряжений. Детализация среднесрочной оценки производилась при анализе временных графиков конкретных водопунктов в сопоставлении с режимобразующими факторами.

Анализ ежедекадных трендов ГГД поля (рис. 6) показал, что на территории Северо-Кавказского региона в октябре 2019 г. сейсмические события слабых и до умеренных энергий произошли в условиях сжатия и растяжения геологической среды (в пределах расчетного поля ПНГС).

В октябре в ГГД поле региона в 1-й декаде присутствовало поле напряжений без видимого преобладания того или иного знака, во 2-й декаде наблюдалось преобладание напряжений растяжения, а в 3-й декаде – напряжений сжатия.

Наибольшие изменения ГГД поля в сентябре происходили в Центрально-Кавказском кристаллическом массиве, где наблюдалось замещение напряжений сжатия напряжениями растяжения в районе Эльбрусского сейсмovolканического узла и кратковременное (во 2-й декаде) – в районе Минераловодского выступа на фоне реализации в октябре сейсмического события слабых энергий (05.10 $M=3,3$) в области влияния пересечения Армавино-Невинномысского, Баксанского и Срединного разломов.

В Центрально-Предкавказском блоке устойчивое сжатие кратковременно менялось на растяжение во 2-й декаде месяца.

Реализация землетрясений слабых энергий в пределах Восточно-Предкавказского блока происходила в условиях неустойчивого знака напряжений, а в пределах Восточно-Кавказского кристаллического массива - в условиях преобладающего устойчивого растяжения.

Событие в области влияния Пшекиш-Тырныаузского разлома (09.10 $M=3,4$) реализовалось в условиях кратковременной смены знака напряжений в западной части Центрально-Кавказского кристаллического массива в 1-й декаде октября, после устойчивого растяжения (с августа) и на границе смены знака в пределах самого тектонического блока (рис. 6). Серия землетрясений слабых энергий (21.10, 24.10 $M=3,2$ и $3,4$) в области влияния Владикавказского разлома наблюдалась на границе смены знаков напряжений в соседних блоках.

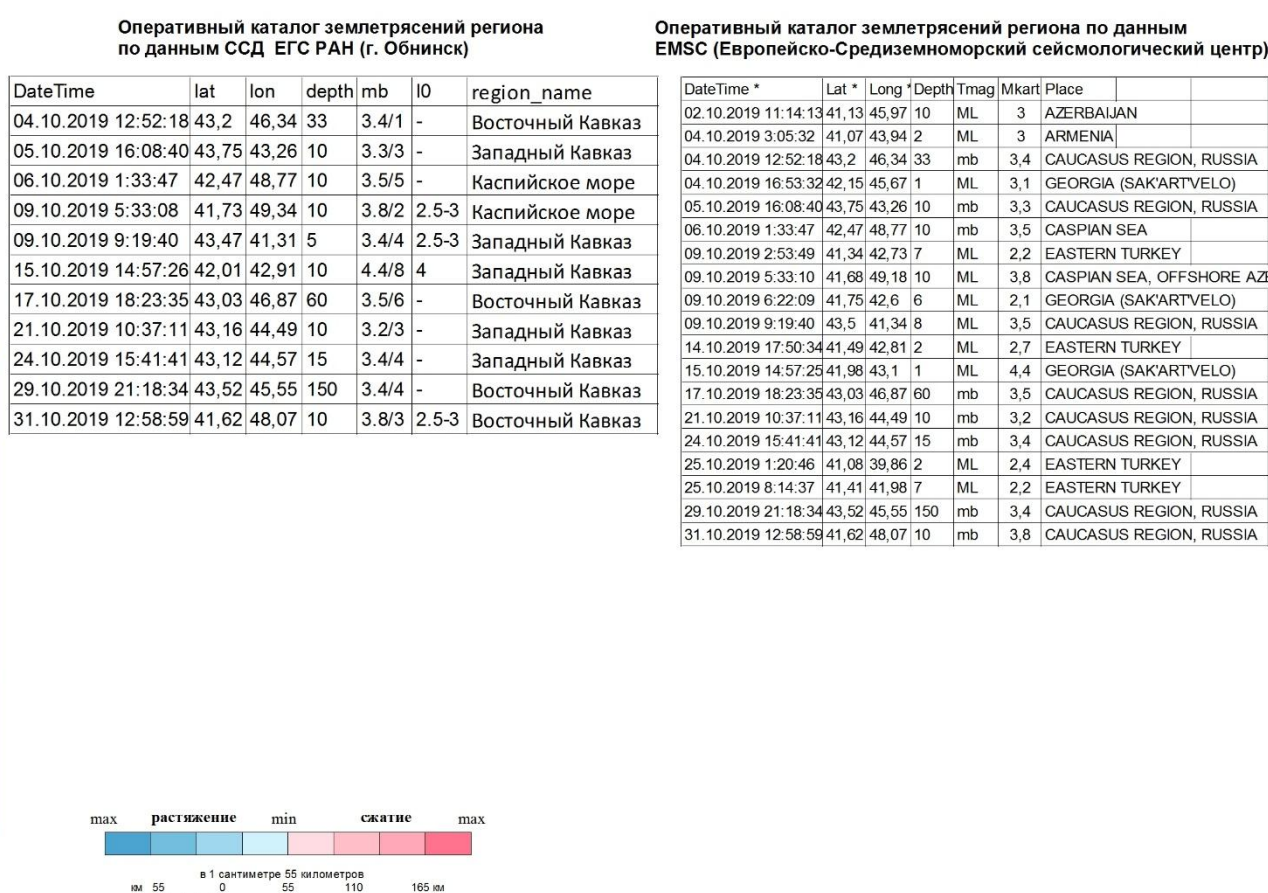
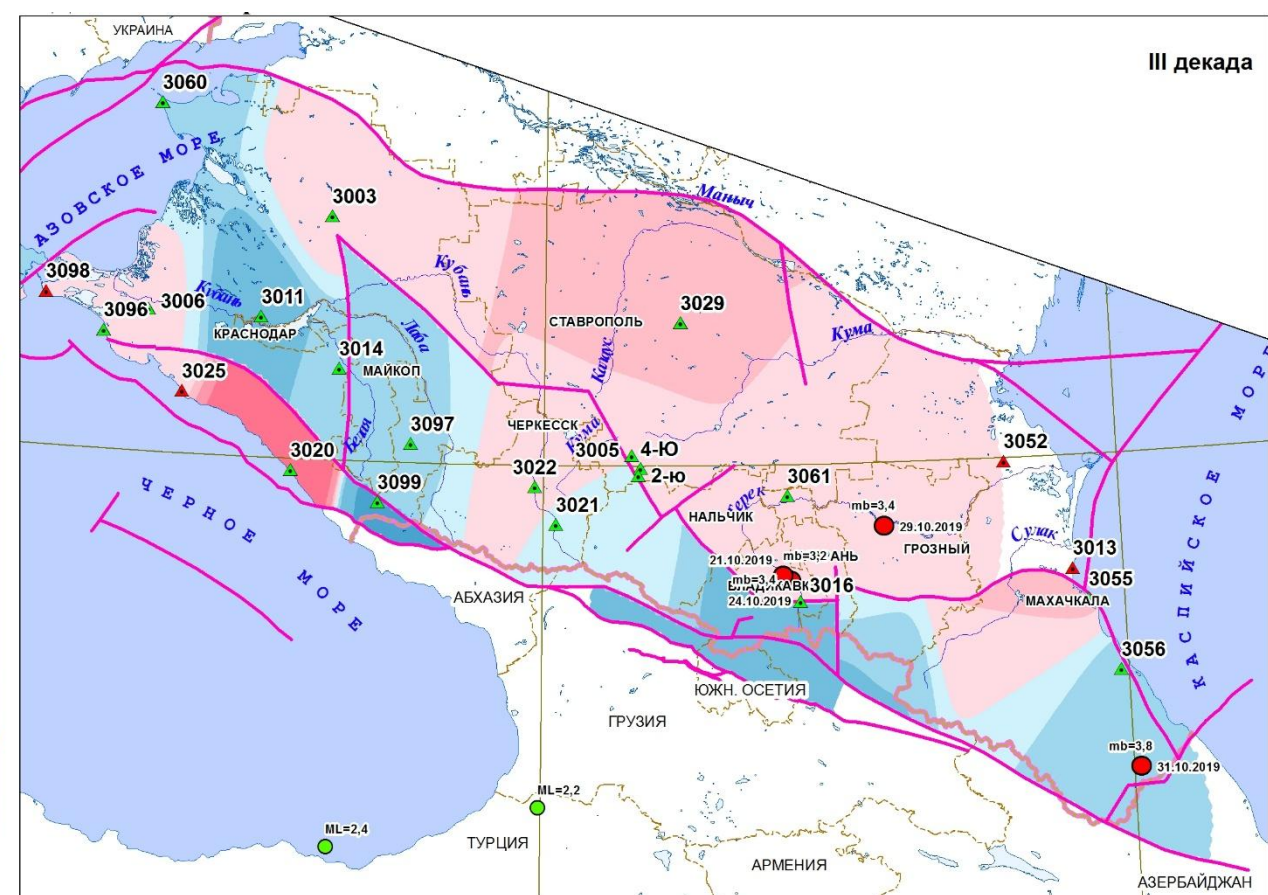


Рис. 6 Ежедекадные тренды гидрогеодеформационного поля Северо-Кавказского региона в октябре 2019 г.

Таким образом, наибольшие изменения ГГД поля в текущем месяце происходили на западе Центрально-Кавказского кристаллического массива (ЦККМ), где наблюдалось кратковременное замещение напряжений растяжения напряжениями сжатия (в 1-й декаде) до максимальных значений.

Анализ среднемесячных многолетних данных УПВ показывает, что в текущем октябре по большинству скважин выдерживается многолетнее преимущественное направление тренда УПВ (табл. 3).

Вместе с тем в текущем октябре выделены:

- внесезонная смена тренда УПВ на северо-западе региона по скв. 3011 (Нижне-Кубанский кристаллический массив), по скв. 3003 (Западно-Предкавказский блок) и по скв. 3060 (Ростовский выступ);

- по скв. 3021 (Центрально-Кавказский кристаллический массив, Эльбрусский сейсмовулканический узел) в октябре закончилась внесезонная смена тренда УПВ, наблюдавшаяся с августа;

- относительная стабилизация УПВ по скв. по скв. 3005 (Ставропольский кр., межблоковая шовная зона ЦПБ и ЦККМ). Ранее, после длительного перерыва (2017-2018 гг.) в наблюдениях и ремонтно-восстановительных работ 2018 г., и по текущим отметкам УПВ продолжает фиксироваться смена многолетнего положительного тренда (возможно, циклического характера). Сходное отрицательное направление тренда УПВ наблюдалось с начала наблюдений (1987 г.) до 1991 г.

Наиболее близкая к скв. 3005 сейсмическая активность зарегистрирована в 2019 г. (по данным ССД ЕГС РАН и локальной сети станций ЮРЦ ГМСН): в январе-феврале, июне и в октябре (05.10) за пределами её радиуса влияния, в области влияния пересечения Армави́ро-Невинномысского, Баксанского и Срединного разломов; в марте – в области влияния Армави́ро-Нагутского разлома; в мае в радиусе влияния – на Минераловодском выступе (зона Армави́ро-Невинномысского разлома).

Краткосрочная оценка сейсмогеодинамического состояния геологической среды. В полях напряженности геологической среды (ПНГС), построенных на контрольный час (3 часа Гринвича), аномальные (по отдельным пунктам до критических на фоне атмосферных явлений) значения приведенных (нормированных) амплитуд (Апр) УПВ (Апр – вычисленное нормированное значение градиента изменения уровня подземных вод под влиянием совокупности факторов, в том числе и сейсмичности) в отчетное время фиксировались по скважинам: 3060, 3003, 3011, 3020, 3099, 3097, 3005, 3021, 3016, 3061, 3055, 3056.

В *Западной части* региона, в том числе на Сочинском полигоне, при анализе суточных (на контрольный час) карт-схем ПНГС (прил. 3 в «Информационной записке о состоянии ГГД поля...») аномальное состояние (до критических Апр по скв. 3099, 3020) ГГД поля фиксировалось, в основном в соответствии с аномальными метеофакторами (резкие изменения атмосферного давления, осадки (наиболее сильные на Черноморском побережье, местами до 40 мм/сут: район пос. Красная Поляна, г. Туапсе, в основном в 1-й декаде октября), и, соответственно повышение уровня воды в реках.

На временных графиках наблюдаемых параметров по скважинам, расположенным на Азово-Черноморском побережье Краснодарского края, как и в предыдущем месяце, выделялись нарушения связи УПВ с Ратм. и ЛСП, резкие подъемы УПВ, контрастные вариации электропроводности воды.

Наиболее заметные нарушения динамики УПВ наблюдались 30-31.10 по скв. 3003 (ст-ца Иркиевская) в виде необратимого контрастного понижения УПВ (на 10 см) за короткий промежуток времени (рис. 8).

В *Центральной части* Северо-Кавказского сейсмоактивного региона, при анализе суточных (на контрольный час) карт-схем ПНГС, аномальное состояние ГГД поля фиксировалось в районе скв. 3005 (пос. Санамер, Ставропольский кр.), 3061 (г. Моздок, РСО-Алания) и 3016 (г. Владикавказ, РСО-Алания). При этом реализация слабого

Таблица 3

Анализ среднемесячных многолетних данных УПВ по скважинам сети ГГД мониторинга
за октябрь периода 1990-2018 гг. и текущего октября 2019 г.

№№ п/п	№№ скв.	Преимущественное направление тренда УПВ по среднемесячным данным		Гидрогеологическая структура 2-го порядка (ВСЕГИНГЕО, 2015 г.), рис. 7	Структурно-тектоническое положение (Греков И.И., Лаврищев В.А., 2009 г.)	Примечания
		в октябре за 1990-2018 гг.	в октябре 2019 г.			
1	3060	отрицат	положит (как в 1993, 99, 2002, 2007-2010, 12 гг.)	Азово-Кубанский артезианский бассейн (АКАБ)	Ростовский выступ	Наблюдения с 1990 г. Выражена сезонность
2	3006	отрицат	отрицат		Нижне-Кубанский кристаллический массив (близко к границе 1-го порядка)	Наблюдения с 1990 г. Выражена сезонность
3	3003	положит	отрицат (как в 1995, 99, 2000, 03, 2007-08, 15 гг.)		Западно-Предкавказский блок (ЗПБ)	Наблюдения с 1995 г. Выражена сезонность
4	3011	отрицат	положит (как в 1991, 96, 99, 2003, 05, 06, 09, 12, 14 гг.)		Нижне-Кубанский кристаллический массив (НККМ)	Наблюдения с 1990 г.
5	3014	отрицат	отрицат		НККМ (близко к границе 1-го порядка с Центрально-Кавказским кристаллическим массивом)	Наблюдения с 1990 г. (УПВ выше поверхности земли). Выражена сезонность
6	3098	положит	н/д		Нижне-Кубанский кристаллический массив (близко к границе 1-го порядка с Закавказской плитой)	Наблюдения с 2017 г. (малый ряд наблюдений). В октябре 2019 г. нет данных
7	3096	отрицат	отрицат			Наблюдения с 2017 г. (малый ряд наблюдений)
8	3099 (Сочинский полигон)	положит	положит	Большекавказская гидрогеологическая складчатая область (БКГСО)	Закавказская плита (ЗП)	Наблюдения с 2009 г. Выражена сезонность
9	3020	положит	положит			Наблюдения с 2008 г. Выражена сезонность
10	3097	отрицат	отрицат		Центрально-Кавказский кристаллический массив (ЦККМ)	Наблюдения с 2017 г. (малый ряд наблюдений)
11	3022 (Эльбрусский сейсмовулканический узел)	отрицат	положит (как в 2009 г.)			Наблюдения с 2007 г. Выражена сезонность
12	3021 (Эльбрусский сейсмовулканический узел)	отрицат	отрицат	Центрально-Кавказский гидрогеологический массив (ЦКГМ)		Наблюдения с 1996 г. Выражена сезонность
13	3005	положит	относит. стабилиз	Восточно-Предкавказский артезианский бассейн (ВПАБ)	Центрально-Предкавказский блок (ЦПБ)	Наблюдения с 1987 г. (длительный перерыв 2017-2018 гг.). С марта 1993 г. по 2016 г. рост УПВ, в декабре 2018 г.-октябре 2019 г. отметки УПВ ниже на >2 м (в т.ч. после ремонтно-восстановительных работ 2018 г.)
14	3029	отрицат	положит (как в 2000, 2017-18 гг.)			Наблюдения с 1999 г. Выражена сезонность до 2013 г., далее положительное направление тренда, близкого к линейному
15	3061	полож/ отрицат	положит			Наблюдения с 2012 г. Выражена сезонность
16	3016	отрицат	отрицат	Большекавказская гидрогеологическая складчатая область (БКГСО)	Восточно-Кавказский кристаллический массив (ВККМ), близко к границе 1-го порядка с ЦПБ	Наблюдения с 1990 г. Присутствует сезонность
17	3052	полож/ отрицат	отрицат	Восточно-Предкавказский артезианский бассейн (ВПАБ)	Восточно-Предкавказский блок (ВПБ)	Наблюдения с 2002 г. (УПВ выше поверхности земли) Присутствует сезонность
18	3055	отрицат	отрицат		Восточно-Кавказский кристаллический массив (ВККМ), близко к границе 1-го порядка с Туранской плитой	Наблюдения с 2001 г. (УПВ выше поверхности земли) Выражена сезонность
19	3056	отрицат	отрицат			Наблюдения с 2002 г. Присутствует сезонность

н/д* - недостаточно данных для расчета амплитуды УПВ по среднемесячным значениям



Рис. 7 Схема наблюдательной сети ГГД мониторинга по состоянию на 31.10.2019 г. на основе карты гидрогеологического районирования территории Российской Федерации (территория ЮФО и СКФО), актуализированной на 01.01.2016 г. (ВСЕГИНГЕО, 2015 г.)

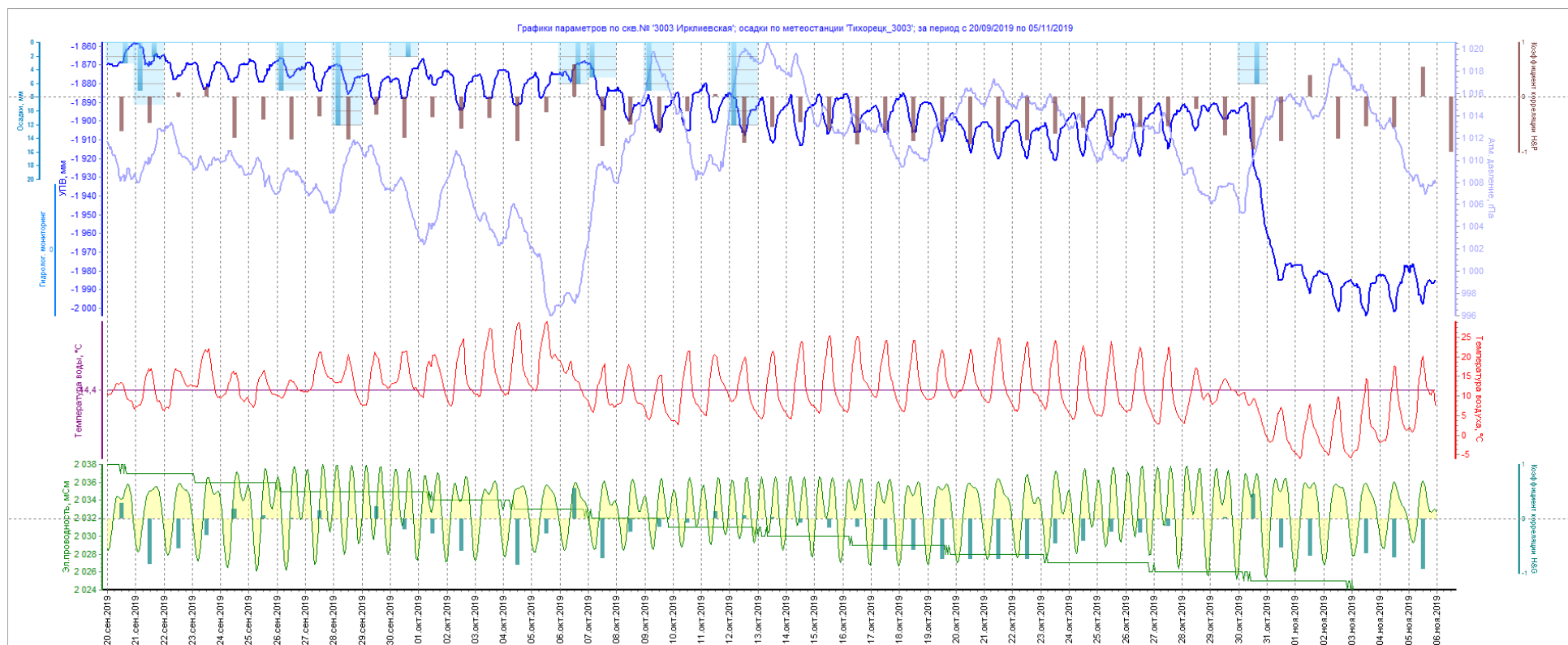


Рис. 8 Комплексный график вариаций наблюдаемых параметров по скв. 3003 (ст-ца Ирклиевская, Краснодарский кр.) в период с 20.09 по 05.11.2019 г.

землетрясения 05.10 ($M=3,3$ $R_{3005}=46$ км) в области влияния пересечения Армави́ро-Невинномысского, Баксанского и Срединного разломов в полях напряженности геологической среды не выражено (прил. 3 в «Информационной записке о состоянии ГГД поля...»). На рисунке 9 представлены графики приведенных амплитуд УПВ по скв. 3061, рассчитанные на контрольный час (3 часа Гринвича), по среднесуточным, почасовым и минимальным-максимальным данным уровня подземных вод. Анализ графиков приведенных амплитуд в сопоставлении с близкой (до 100 км) сейсмичностью от пункта наблюдений, реализовавшейся в текущем месяце, показывает наличие возмущений ГГД поля в 14-ти суточном интервале до начала возникновения землетрясений слабых энергий и во время их реализации. Сходный анализ проведен по скв. 3016 (г. Владикавказ) и представлен на рисунке 10.

На временных графиках наблюдаемых параметров выделено:

- По скв. 3005 нарушение реакции УПВ на Ратм. и ЛСП 05-08.10 и, периодически, на фоне прохождения осадков; возобновление увеличенной амплитуды вариаций УПВ (порядка 0,1 м) в соответствии с вариациями Ратм с 30.09 по 15.10; понижение электропроводности воды, наиболее контрастное 05-06.10 на фоне реализации близкой ($R_{3005}=46$ км) слабой сейсмичности 05.10 ($M=3,3$), рис. 11.

- По скв. 3061 (г. Моздок, РСО-Алания) с 29.03 резко изменился характер записи измерительным комплексом УПВ (сходное состояние наблюдалось ретроспективно), по состоянию на август с 29.08 и в сентябре значительно уменьшилась частота амплитудных вариаций на фоне реализации близкой сейсмической активности до умеренных энергий в августе-сентябре, в том числе в радиусе влияния 19.08 на территории Чеченской Республики (в области Моздокской шовной зоны). Возобновление состояния УПВ, наблюдавшегося до 29.08, отмечено с 07.10 (рис. 12). Время от времени в октябре, как и в предыдущие месяцы, присутствовала потеря связи УПВ с Ратм. и ЛСП.

- По скв. 3016 (г. Владикавказ) с 24.06 наблюдается изменение характера записи УПВ и Ратм, вероятно техногенного характера (увеличенные суточные вариации). В сентябре и октябре наблюдалось нивелирование вариаций УПВ в соответствии с Ратм., в том числе в периоды прохождения осадков и продолжающейся сейсмической активности слабых энергий в октябре, в том числе в радиусе влияния 21.10 и 24.10.19 г. (табл. 1, 2). Наиболее заметные нарушения динамики УПВ в текущем месяце наблюдались 17.10 в виде обратимого контрастного повышения УПВ (порядка 1 м) за короткий промежуток времени (рис. 13).

В *Восточной части* Северо-Кавказского сейсмоактивного региона при анализе суточных (на контрольный час) карт-схем ПНГС в октябре фиксировалось аномальное состояние ГГД поля, в основном в 1-й и 2-й декадах (в районе скв. 3055, 3056), в том числе при продолжающейся сейсмической активности на территории Чеченской Республики, Республики Дагестан и на сопредельных территориях (табл. 1-2, рис. 4-5, прил. 3 «Информационная записка по материалам полевых работ мониторинга ГГД поля...»). Анализ графиков приведенных амплитуд в сопоставлении с близкой (до 100 км) сейсмичностью от пунктов наблюдений, реализовавшейся в текущем месяце, показывает наличие возмущений ГГД поля как в 14-ти суточном интервале, так и более, до начала возникновения землетрясений слабых энергий и во время их реализации (рис. 14).

По пунктам ГГД мониторинга на графиках наблюдаемых параметров в октябре, как и ранее, присутствовали нарушение и ослабление связи УПВ с Ратм, и лунно-солнечными приливами (в основном, по скв. 3056).

Таким образом, по ежедекадным трендам ГГД поля в октябре 2019 г., в целом, на территории Северо-Кавказского сейсмоактивного региона в 1-й декаде присутствовало поле напряжений без видимого преобладания того или иного знака, во 2-й декаде наблюдалось преобладание напряжений растяжения, а в 3-й декаде – напряжений сжатия.

Наибольшие изменения ГГД поля в текущем месяце происходили на западе Центрально-Кавказского кристаллического массива (ЦККМ), где наблюдалось

кратковременное замещение напряжений растяжения напряжениями сжатия (в 1-й декаде) до максимальных значений.

По состоянию на начало ноября 2019 г. по имеющимся данным суточных ПНГС (на контрольный час: 3 часа Гринвича) на большей части территории Северо-Кавказского региона наблюдается преимущественно фоновое состояние ГГД поля с преобладанием сжатия в восточной части региона. Аномальные значения Апр УПВ фиксируются на Черноморском побережье Краснодарского края (на фоне атмосферных явлений), в районе Минераловодского выступа и Эльбрусского сейсмовулканического узла (скв. 3022).

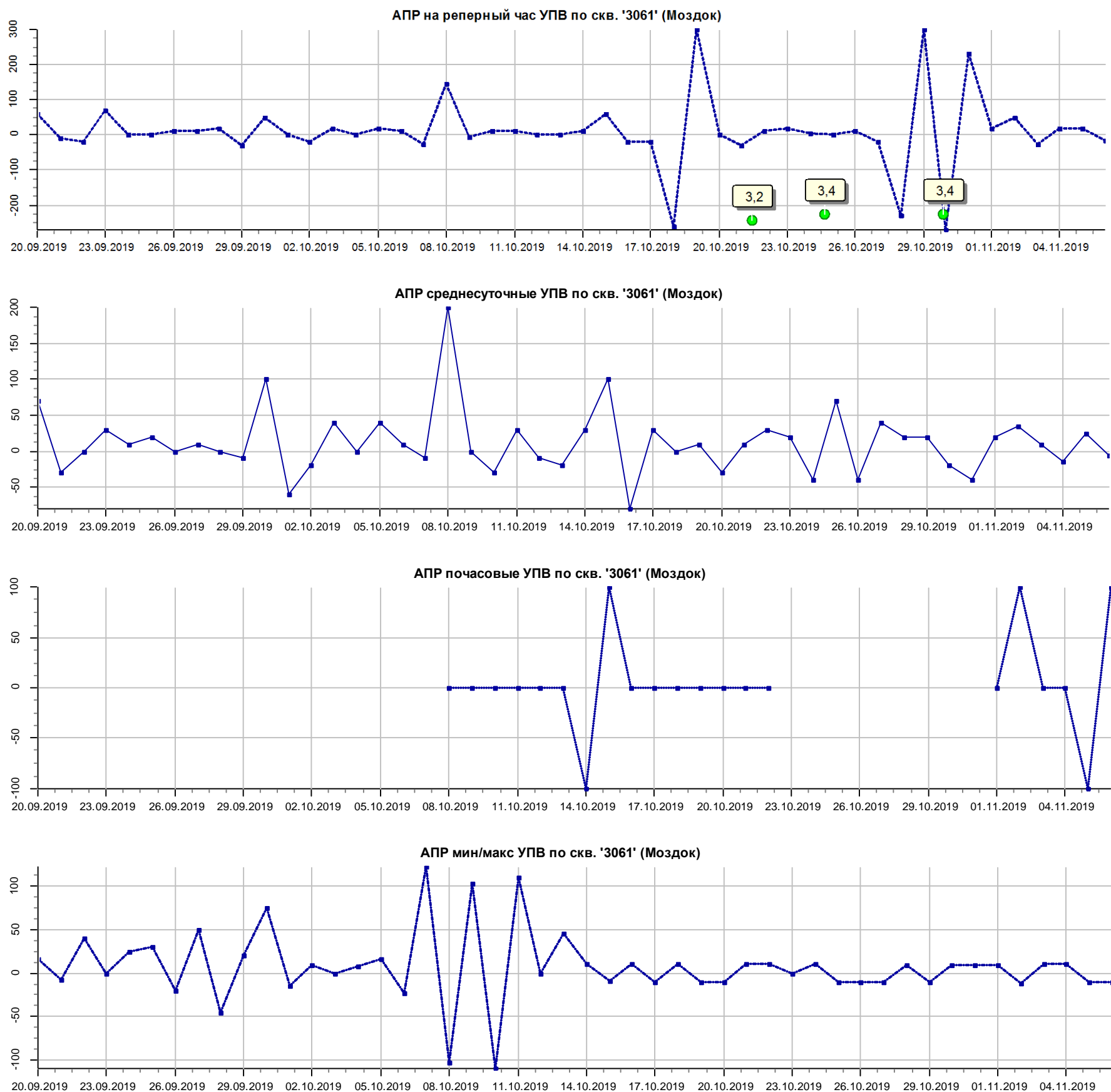


Рис. 9 Графики вариаций приведенных амплитуд УПВ по скв. 3061 (г. Моздок), рассчитанные на контрольный час (3 часа Гринвича), по среднесуточным, почасовым и минимальным-максимальным данным УПВ в сопоставлении с сейсмичностью в радиусе до 100 км по данным ССД ЕГС РАН

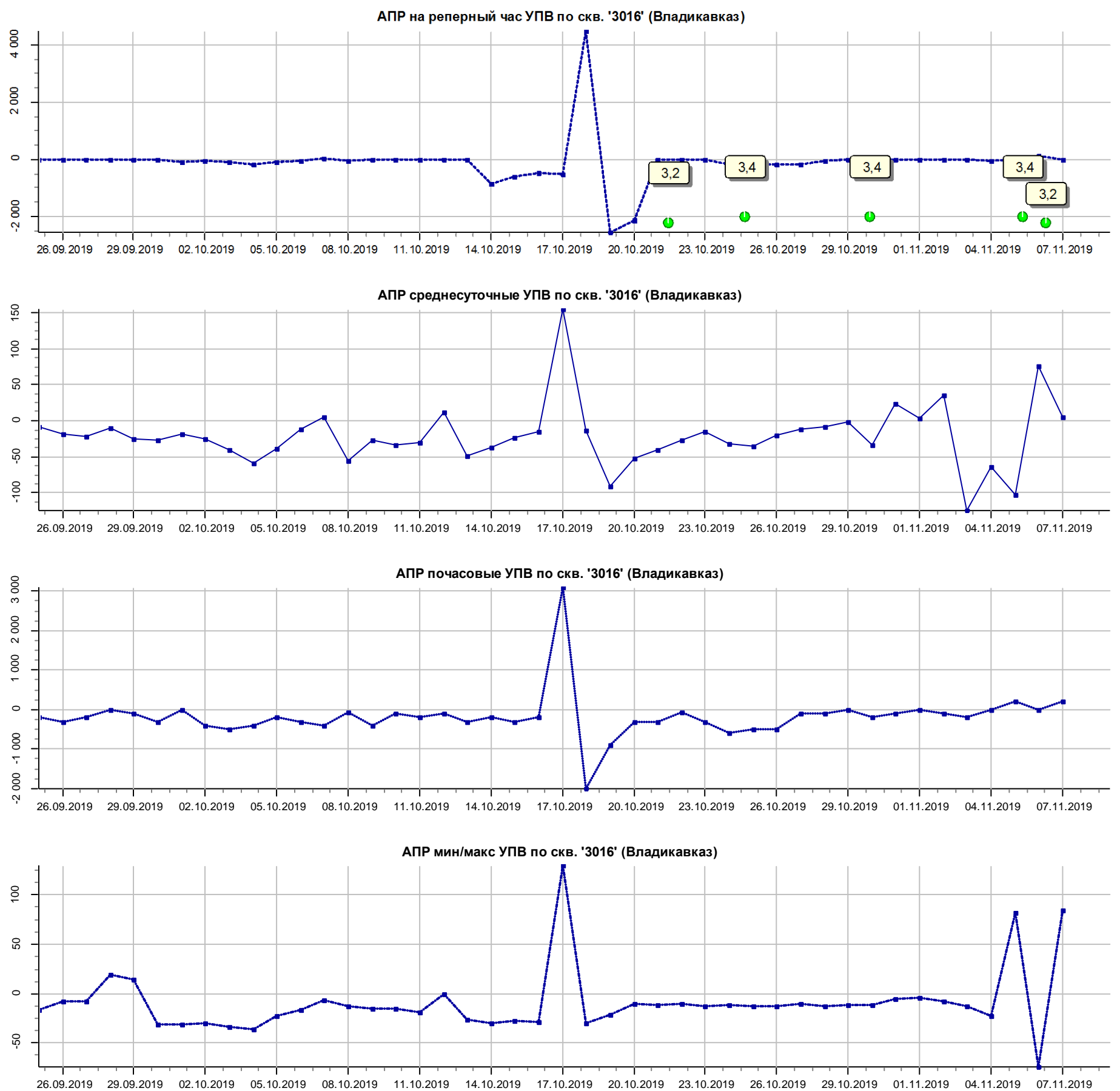


Рис. 10 Графики вариаций приведенных амплитуд УПВ по скв. 3016 (г. Владикавказ), рассчитанные на контрольный час (3 часа Гринвича), по среднесуточным, почасовым и минимальным-максимальным данным УПВ в сопоставлении с сейсмичностью в радиусе до 100 км по данным ССД ЕГС РАН

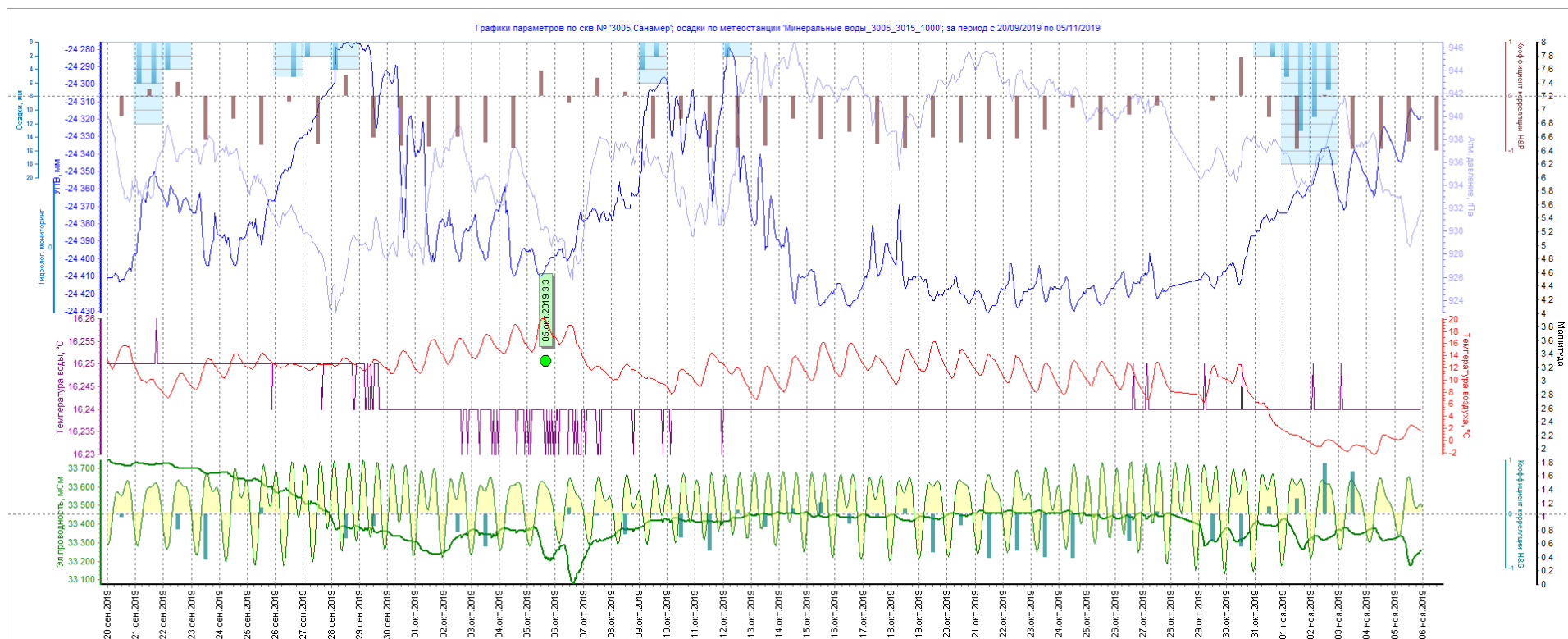


Рис. 11 Комплексный график вариаций наблюдаемых параметров по скв. 3005 (район КМВ, п. Санамер) в период с 20.09 по 05.11.2019 г. в сопоставлении с сейсмичностью в радиусе до 50 км по данным ССД ЕГС РАН

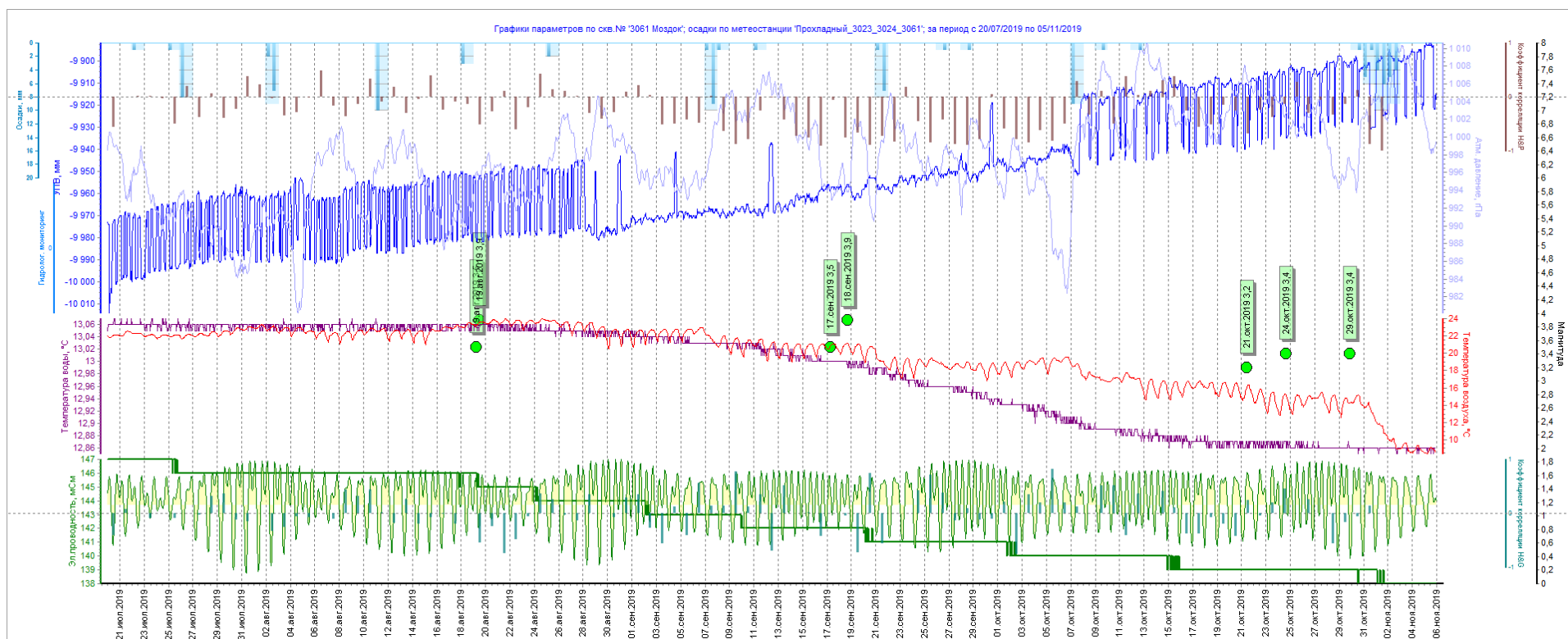


Рис. 12 Комплексный график вариаций наблюдаемых параметров по скв. 3061 (PCO-Алания, г. Моздок) в период с 21.07 по 05.11.2019 г. в сопоставлении с сейсмичностью по данным ССД ЕГС РАН в радиусе до 100 км

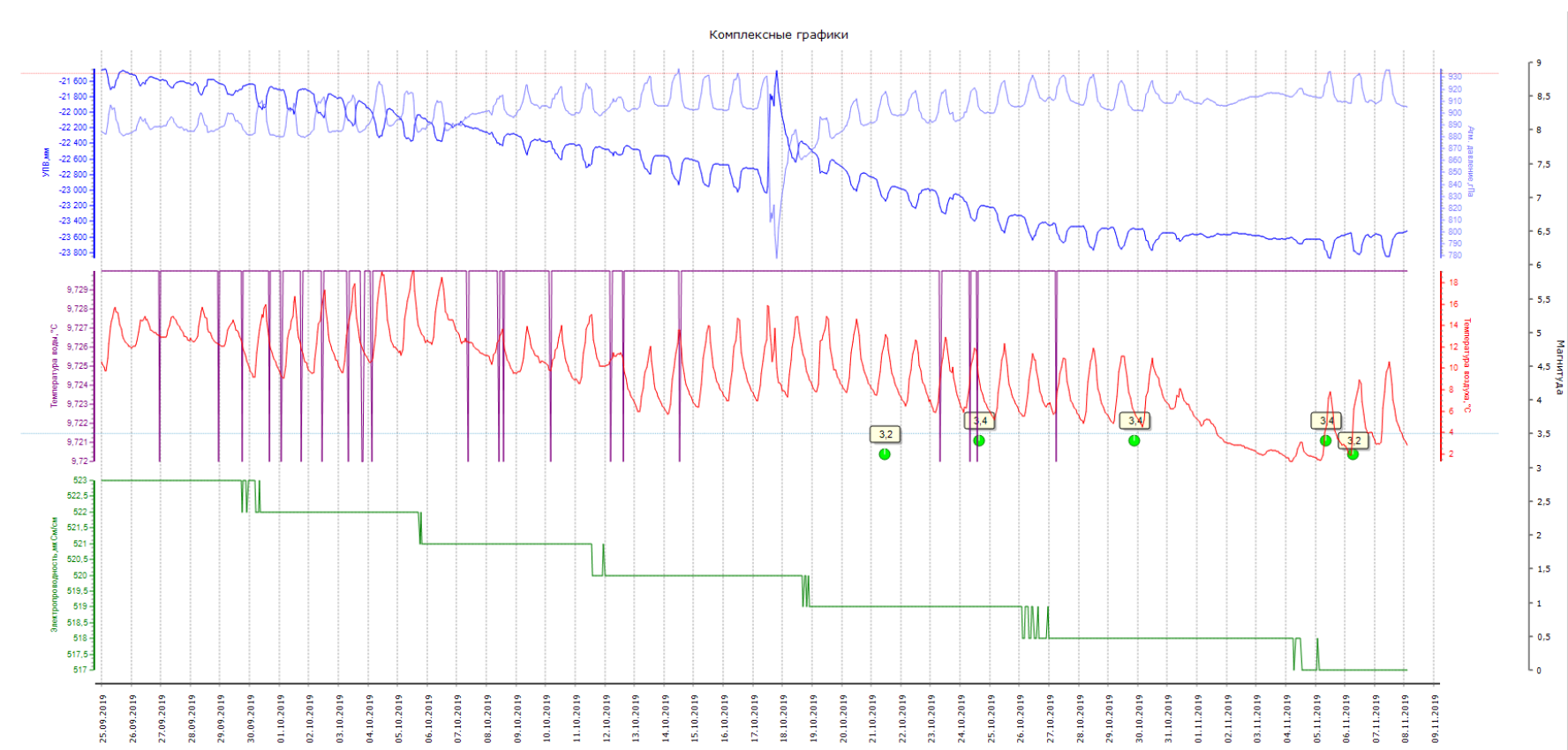


Рис. 13 Комплексный график вариаций наблюдаемых параметров по скв. 3016 (PCO-Алания, г. Владикавказ) в период с 25.09 по 08.11.2019 г. в сопоставлении с сейсмичностью по данным ССД ЕГС РАН в радиусе до 100 км

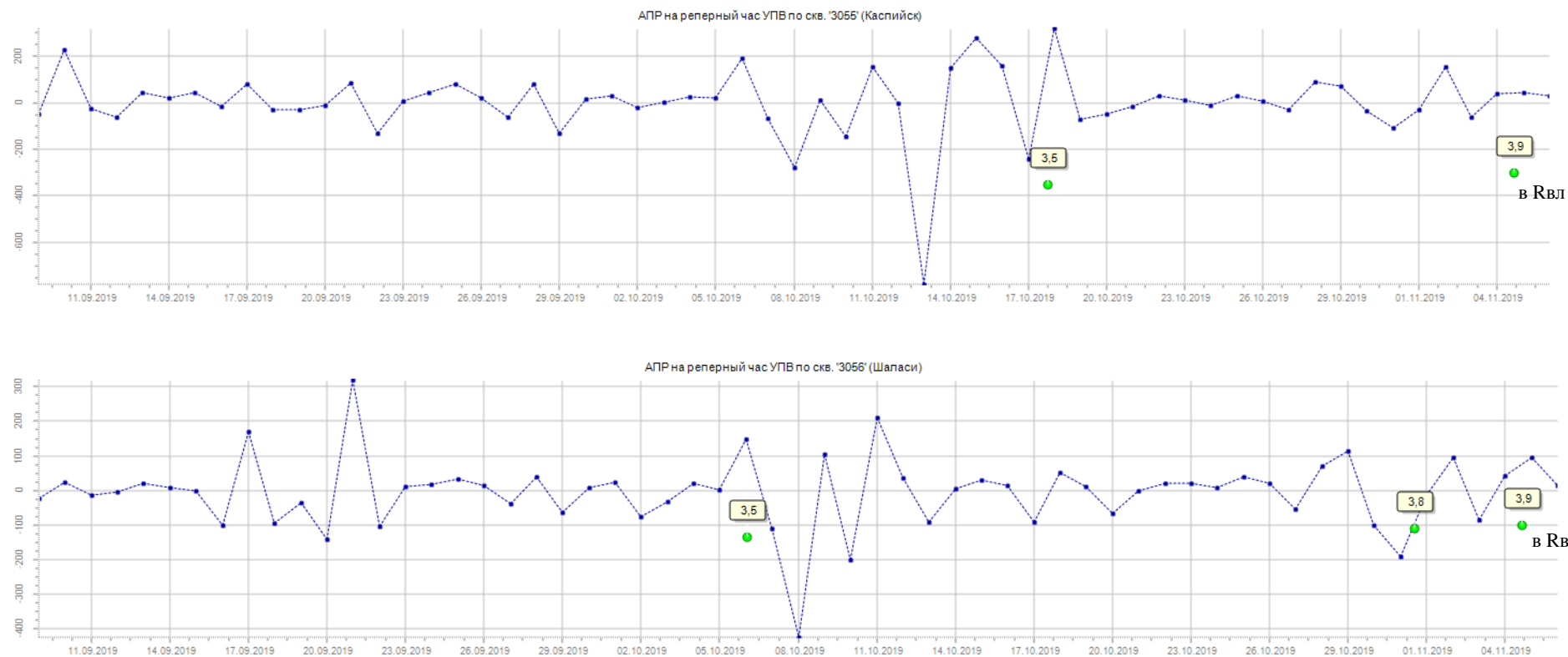


Рис. 14 Графики вариаций приведенных амплитуд УПВ по скв. 3055 и 3056 (Республика Дагестан), рассчитанные по данным УПВ на контрольный час (3 часа Гринвича), в сопоставлении с сейсмичностью в радиусе до 100 км по данным ССД ЕГС РАН

3. Оценка сейсмогеодинамического состояния недр Северо-Кавказского сейсмоактивного региона по данным мониторинга геофизических и газо-гидрохимических полей

В отчетное время на Кавказском полигоне были продолжены геофизические и газо-гидрогеохимические наблюдения за эндогенными геологическими процессами территории Северо-Кавказского сейсмоактивного региона (рис. 1).

Геофизические и газо-гидрогеохимические наблюдения выполнялись в том числе в районе *Эльбрусского сейсмовулканического узла* (3 пункта регистрации сейсмических сигналов; 2 пункта (на пункте Эльбрусский регистратор был установлен 29.10.2019 г.) фиксации параметров естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ); 1 пункт газо-гидрогеохимических наблюдений) и *Сочинского полигона* (2 пункта РСС; 1 пункт регистрации параметров (ЕИЭМПЗ); 3 спутниковых геодинамических пункта (СГП) мониторинга движений участков земной коры; 1 пункт газо-гидрогеохимических наблюдений).

В **октябре** 2019 г. Северо-Кавказский геофизический полигон филиала ФГБУ «Гидроспецгеология» «Южный региональный центр ГМСН» продолжил работу в штатном режиме на пунктах, оборудованных в предыдущий период.

В **октябре** 2019 г. (по состоянию на 31.10.2019 г.) наблюдения параметров ЕИЭМПЗ проводились ФГБУ «Гидроспецгеология» «Южный региональный центр ГМСН» на 10-ти пунктах сети мониторинга (рис. 1, табл. 2) опасных эндогенных геологических процессов Северо-Кавказского полигона: Эстосадок, Шаджатмаз, Ессентуки, Безенги, Даргавс, Полтавское, Грозный, Сергокала, Преградная и Эльбрусский (с 29.10.2019 г.).

В том числе на *Сочинском полигоне* по 1 пункту (Эстосадок), а в пределах *Эльбрусского сейсмовулканического узла* регистрация параметров ЕИЭМПЗ велась на 2-х пунктах (Шаджатмаз и Эльбрусский (на пункте Эльбрусский регистратор был установлен 29.10.2019 г.)).

Кроме того, в отчетном месяце подрядной организацией (АО «Южморгеология») были продолжены работы, в рамках выполнения технического задания по Контракту по «Ведение наблюдений за геофизическими и газо-гидрогеохимическими полями в пределах Азовской, Черноморской и Каспийской прибрежных зон Северо-Кавказского сейсмоактивного региона».

В соответствии с техническим заданием, в пределах Азово-Черноморской прибрежной зоны Северо-Кавказского сейсмоактивного региона в **октябре** 2019 г. выполнялись наблюдения за естественным импульсным электромагнитным полем Земли (ЕИЭМПЗ) по 1 пункту (с. Возрождение).

Также, для анализа вариаций ЕИЭМПЗ в связи с региональной сейсмической активностью привлекались данные наблюдений, осуществляемых ЗАО «Отеко Портсервис» на Таманский пункте (Порт Тамань), оборудованном регистратором ГР-01М и предоставляемые недропользователем согласно договору о сотрудничестве.

По результатам камеральной обработки (нормирование, осреднение, фильтрация) наиболее представительных исходных рядов наблюдений интенсивности ЕИЭМПЗ был построен комплексный график вариаций количества электромагнитных импульсов по Северо-Кавказскому региону за период с 01.10.2019 г. по 31.10.2019 г. (рис. 15). Здесь же показаны сейсмические события, произошедшие в регионе в текущем месяце.

На комплексном сводном графике относительно синхронизированная, положительная (двухпиковая) аномалия количества импульсов ЕИЭМПЗ отмечается с 2 по 6 октября по пунктам Даравс, Безенги, Шаджатмаз, Преградная, Грозный, Полтавское, Сергокала и Тамань, вероятно предвляла и сопровождала реализацию двух землетрясений на Центральном Кавказе. Где, 05.10.2019 г. слабое землетрясение ($m_b=3.3$; $h=10$ км), было зафиксировано на севере территории Кабардино-Балкарской Республики, в зоне тектонического узла на пересечении Невинномысско-Нальчикской шовной зоны и

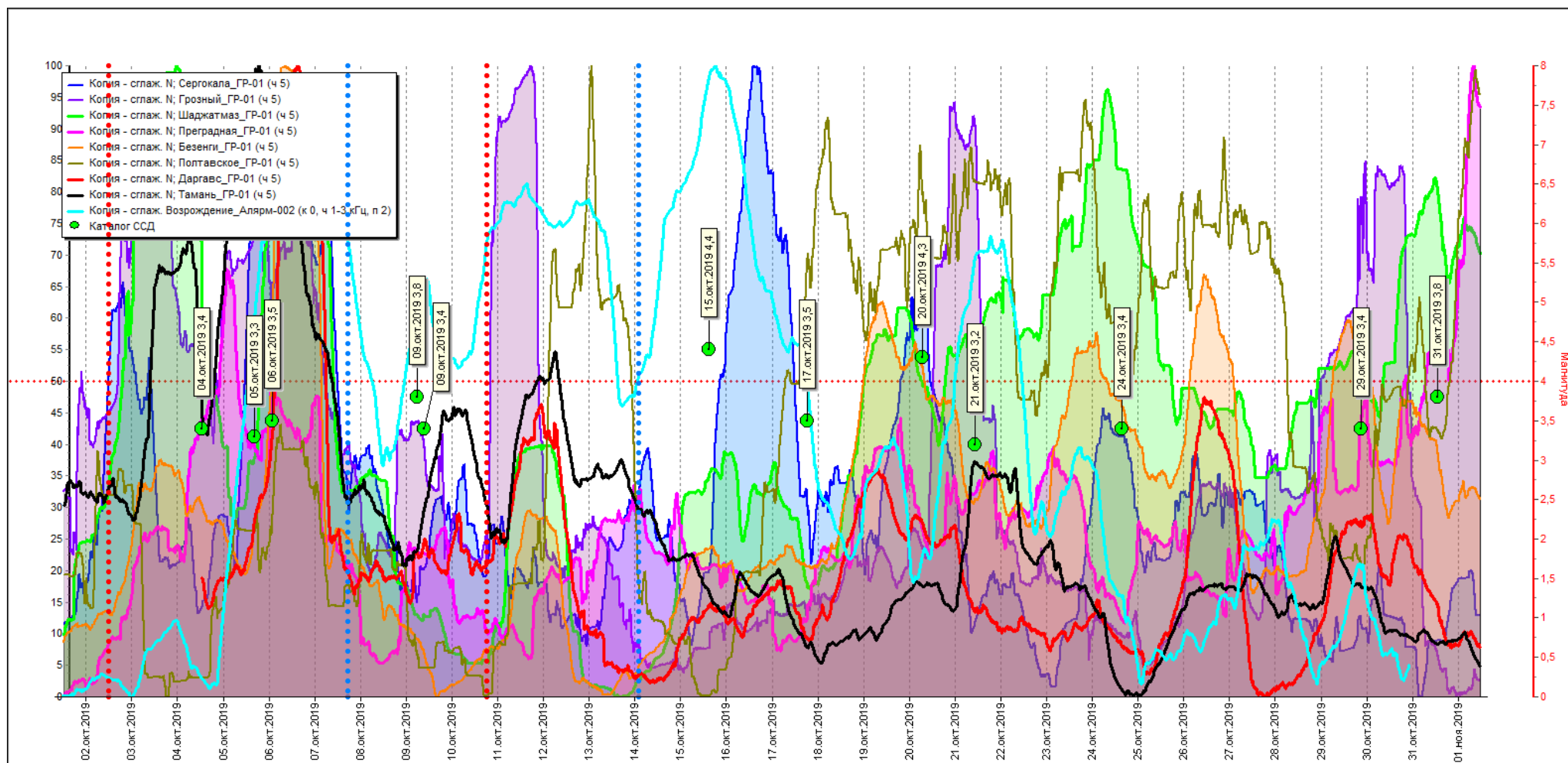


Рис. 15 Комплексный график вариаций ЭМИ (ЕИЭМПЗ) в период с 01.10 по 31.10.2019 г.

Баксанского корового разлома. А затем (09.10.2019 г.) слабое землетрясение ($m_b=3.4$; $h=5$ км), было зафиксировано ССД ЕГС РАН в пределах Тебердинского поднятия Главного хребта (в зоне влияния Пшекиш-Тырнаузского глубинного разлома), на юге Карачаево-Черкесской Республики.

Синхронизированная, относительно контрастная положительная аномалия количества импульсов ЕИЭМПЗ отмечается, также с 11 по 13 октября по пунктам Грозный, Безенги, Шаджатмаз, Даргавс, Тамань и Полтавское предваряла реализацию 15.10.2019 г. землетрясения умеренной энергии ($m_b=4.4$) на территории Грузии, на северном фланге Аджаро-Триалетской складчатой зоны складчато-глыбового сооружения Малого Кавказа (близ границы с Рионской впадиной Закавказской межгорной области)

Контрастная аномалия интенсивности ЕИЭМПЗ на пункте Сергокала зафиксирована 16.10.2019 г. и предваряла реализацию 17.10.2019 г. относительно глубокофокусного землетрясения слабой энергии, ($m_b=3.5$; $h=60$ км) на территории Республики Дагестан, в районе Дагестанской очаговой области (на границе Дагестанского клина и Терско-Каспийского прогиба).

В конце месяца (29-31.10.2019 г.) относительно синхронная аномалия количества импульсов ЕИЭПЗ фиксируется по пунктам Грозный, Шаджатмаз, Преградная, Полтавское.

В отчетном месяце по большинству пунктов фиксировалось сохранение среднего уровня интенсивности ЕИЭМПЗ, выраженные тренды не просматриваются. Так как по ряду пунктов менялись параметры регистрации, на данном этапе, однозначно судить о долговременном сезонном характере проявления вариаций интенсивности ЕИЭМПЗ не представляется возможным. Аномальный характер записи в отчетном месяце зафиксирован на пункте Ессентуки, где несколько раз скачкообразно менялся уровень регистрации и характер суточных вариаций ЕИЭМПЗ, вероятно вследствие мощных техногенных помех.

В **октябре** 2019 г. на Северо-Кавказском полигоне была продолжена регистрация сейсмических сигналов в 14-ти точках, оборудованных специалистами филиала ФГБУ «Гидроспецгеология» «Южный региональный центр ГМСН» в предыдущий период.

По состоянию на **31.10.2019 г.** измерительная аппаратура установлена на 14 пунктах сейсмических наблюдений локальной сети филиала «Южный региональный центр ГМСН» ФГБУ «Гидроспецгеология». Мониторинг сейсмического поля на Кавказском геофизическом полигоне осуществляется на пунктах: Шаумян, Эстосадок, Преградная, Кубрань, Эльбрусский, Суворовская, Железноводск, Полтавское, Даргавс, Теберда, Грозный, Шаджатмаз, Безенги и Ессентуки. В рамках выполнения работ АО «Южморгеология» по Контракту «Ведение наблюдений за геофизическими и газогидрогеохимическими полями в пределах Азовской, Черноморской и Каспийской прибрежных зон Северо-Кавказского сейсмоактивного региона», сейсмические наблюдения проводились на 6-ти пунктах: г. Темрюк, г. Анапа, г. Геленджик–Голубая бухта, г. Туапсе, Каткова Щель, г. Сочи. На **05.11.2019 г.** первичные записи регистраторов (файлы adb/ddb) за **октябрь** нами получены по 28.10-31.10.2019 г. по всем пунктам.

В отчетном месяце, наблюдательная сеть телеметрических пунктов регистрации сейсмических сигналов филиала «Южный региональный центр ГМСН» ФГБУ «Гидроспецгеология» и сеть станций АО «Южморгеология» работала в штатном режиме.

Обработка и оперативный анализ полученных в текущем месяце данных показали, что по пунктам регистрации на Центральном Кавказе были зафиксированы записи, отождествляемые с сейсмограммами 1-го локального землетрясения слабой энергии, не отраженного в каталогах Службы срочных донесений Единой геофизической службы РАН (ССД ЕГС РАН, г. Обнинск) и EMSC (Европейско-Средиземноморский сейсмологический центр).

По точкам регистрации Теберда, Преградная, Кубрань, Эстосадок, Суворовская, Шаджатмаз, Ессентуки 09.10.2019 были зафиксированы сейсмограммы местного толчка, реализовавшегося (2019-10-09 13:44:15) по данным предварительной локализации, в пределах поднятия Главного хребта Центрального Кавказа (в зоне влияния Пшекиш-

Тырнаузского глубинного разлома). Данное событие слабой энергии ($M=2.3$) является афтершоком землетрясения умеренной энергии ($m_b=3.4$) зафиксированного (2019-10-09 09:19:40) ССД ЕГС РАН в эти же сутки.

По результатам обработки первичных записей станций локальных сетей филиала «Южный региональный центр ГМСН» ФГБУ «Гидроспецгеология» и АО «Южморгеология» 3-мя и более станциями в отчетном месяце зарегистрировано 29 землетрясение, из них 3 местных (с магнитудами m_b от 3.4) и 1 локальное событие (с магнитудой от 2.3), региональных - 8 (с магнитудами m_b от 3.8), реализовавшихся на удалении от 300 до 3000 км и 17 телесейсмических (с магнитудами m_b от 5.3).

Список зарегистрированных событий приведен в «Информационной записке по материалам полевых работ геофизического и газо-гидрогеохимического мониторинга ... за октябрь 2019 г.»).

В рамках выполнения работ с АО «Южморгеология» «Ведение наблюдений за геофизическими и газо-гидрогеохимическими полями в пределах Азовской, Черноморской и Каспийской прибрежных зон Северо-Кавказского сейсмоактивного региона» в отчетном месяце были продолжены ежесуточные наблюдения за движениями участков земной коры методом спутниковой геодинамики. В **октябре** наблюдения выполнялись на следующих спутниковых геодинамических пунктах (СГП): г. Адлер, г. Сочи, с. Лесное, с. Эсто-Садок, г. Порт-Кавказ, г. Темрюк, г. Тамань. На пункте Анапа оборудование временно демонтировано (17.09.2019 г.) в связи с ремонтом здания. В том числе мониторинг движений участков земной коры методом спутниковой геодинамики (СГП) осуществляется в пределах *Сочинского полигона* на 4-х пунктах (Сочи, Адлер, Лесное, Эсто-Садок).

На **05.11.2019 г.** первичные записи, нами получены от подрядчика по пунктам г. Адлер, г. Сочи, с. Эсто-Садок, г. Темрюк, г. Тамань по 31.10.2019 г, для пункта г. Порт-Кавказ по 16.10.2019 г., Лесное по 20.10.2019 г. Согласно актам АО «Южморгеология» первичные данные утрачены по точке г. Тамань (с 02.10.2019 г. по 16.10.2019 г.) и с. Эсто-Садок (с 07.10.2019 г. по 20.10.2019 г.).

Полученные результаты вариаций движений пунктов (СГП) в горизонтальной плоскости и по вертикали приведены в «Разделе бюллетеня ... за октябрь 2019 г.» АО «Южморгеология» (см. Приложение).

Наблюдения за газо-гидрогеохимическими полями в отчетном месяце заключались в отборе проб и определении содержания гелия по пунктам, расположенным (рис. 1):

- на Черноморском побережье Краснодарского края (г. Анапа, г. Геленджик-Голубая бухта, с. Возрождение, г. Сочи, пос. Каткова Щель) и в Республике Дагестан (ист. Гильяр)
- по контракту с АО «Южморгеология»;
- в Карачаево-Черкесской Республике (ист. Джеркли) – в рамках собственных работ.

Также по контракту с АО «Южморгеология» выполнялась регистрация объемной активности радона по пунктам на Черноморском побережье Краснодарского края (г. Геленджик, с. Возрождение).

По данным АО «Южморгеология» (см. Приложение) в октябре сохраняются аномалии параметров геофизических и газо-гидрогеохимических полей: подъем содержания гелия в подземных водах пункта г. Сочи, рост объемной активности (ОА) радона на пунктах г. Геленджик и с. Возрождение. Геофизические и газо-гидрогеохимические аномалии отмечены в периоды: 11.10.2019-12.10.2019, 16.10.2019-19.10.2019 и с 23.10.2019-24.10.2019. Графики представлены на рисунках 1.19-1.21 Приложения.

По результатам мониторинга на пункте Гильяр (Республика Дагестан) в октябре 14-15.10 выделяется заметное снижение концентраций гелия (на 3,5 об.%) на фоне неравномерности его выноса. Заблаговременность проявления аномального состояния параметра до землетрясения в радиусе влияния 31.10 с $M=3,8$ составила 17 суток (рис. 16 а).

По результатам мониторинга за гелием, выполненного филиалом «Южный региональный центр ГМСН» ФГБУ «Гидроспецгеология», в районе Эльбрусского сейсмовулканического узла в ист. Джеркли (содержание гелия в растворенной фазе) в октябре сезонные закономерности выдерживаются: положительный характер тренда в противофазе с температурой воды в источнике.

Наиболее контрастное и продолжительное понижение (на 52×10^{-3} об.%) содержания гелия в источнике фиксировалось в сентябре с 10.09 по 20.09 на фоне проявления дальней сейсмичности и перед ближайшим событием в области влияния Пшекиш-Тырныузского разлома (09.10 M=3,4), и менее контрастное понижение (в среднем на 25×10^{-3} об.%) - в период 01.10-10.10 (рис. 16 б). Неравномерность выноса газа присутствует в 3-й декаде октября.

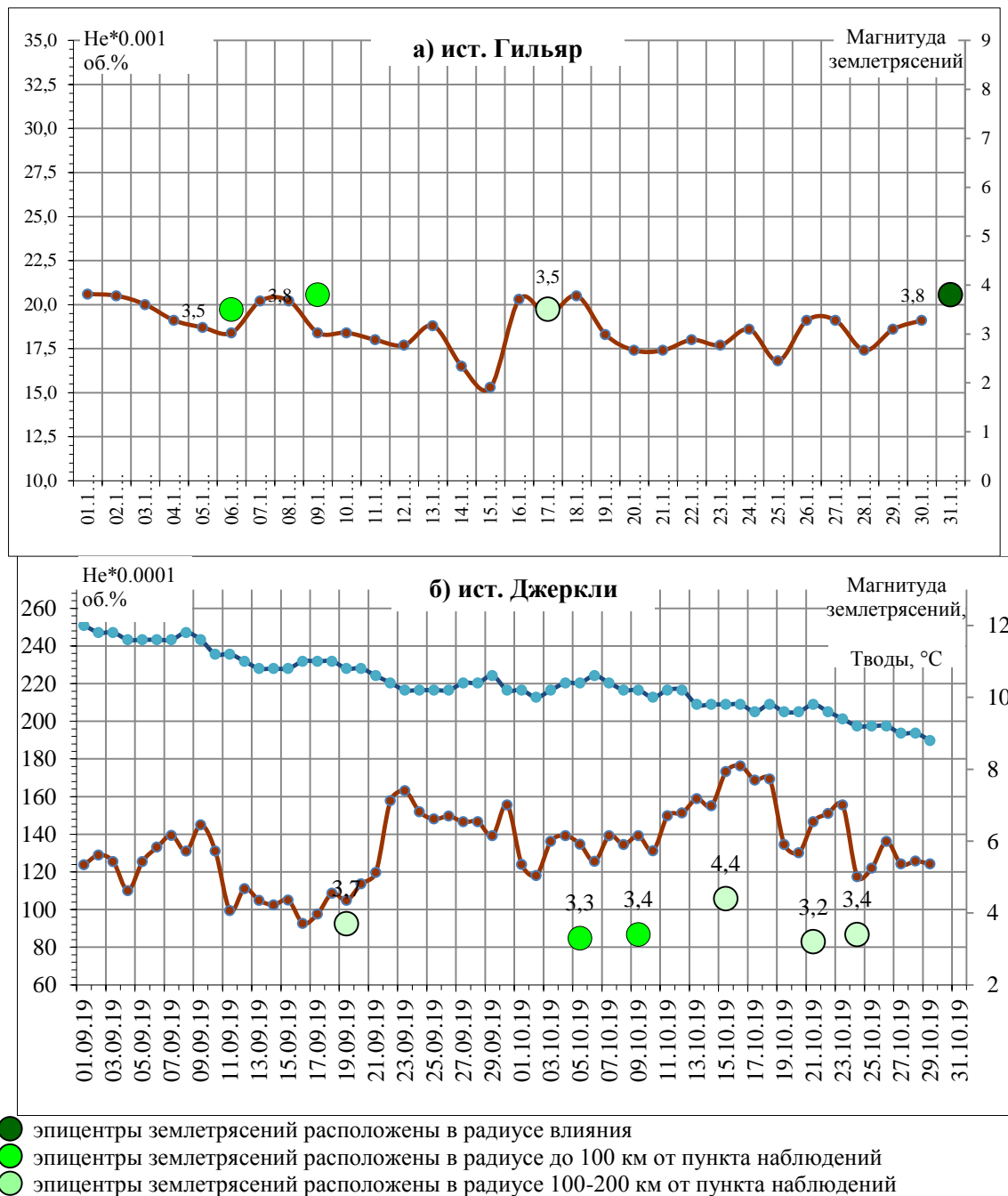


Рис. 16 Вариации содержания гелия в ист. Гильяр (Республика Дагестан) и в ист. Джеркли (КЧР) в сентябре-октябре 2019 г. в сопоставлении с сейсмичностью по данным ССД ЕГС РАН

4. Комплексная оценка сейсмогеодинамического состояния недр Северо-Кавказского сейсмоактивного региона, включая территорию Сочинского полигона и Эльбрусского сейсмovolканического узла

На основании полученных данных за **октябрь** 2019 г. для оценки сейсмогеодинамического состояния и степени сейсмической опасности в **ноябре** 2019 г. осуществлялся комплексный анализ изучаемых параметров и известных режимообразующих факторов.

По данным сейсмических наблюдений ССД ЕГС РАН и EMSC (предварительные каталоги табл. 1-2, рис. 4-5), а также сейсмического мониторинга локальной наблюдательной сети филиала «Южный региональный центр ГМСН» и АО «Южморгеология» в **октябре 2019 г.** большинство сейсмических событий на рассматриваемой территории Кавказа произошло в *Восточной части* Кавказского региона (Предкавказье, складчато-глыбовое сооружение Большого Кавказа и прилегающая акватория Каспийского моря), где было зафиксировано 6 землетрясений слабых и умеренных энергий с магнитудами (mb) от 3.1 до 3.8 (в том числе на территории *Восточной части* Северного Кавказа 4 события).

В *Центральной части* Кавказского региона (Предкавказье, складчато-глыбовое сооружение Большого Кавказа) было зафиксировано 5 землетрясений слабой энергии (из них все 5 на территории *Центральной части* Северного Кавказа).

По данным каталогов землетрясений EMSC и ССД ЕГС РАН, а также по результатам сейсмического мониторинга филиала «Южный региональный центр ГМСН» ФГБУ «Гидроспецгеология» и АО «Южморгеология», в пределах *Эльбрусского сейсмovolканического узла* в **октябре** 2019 г. сейсмических событий не зафиксировано.

В пределах *Западной части* Кавказского региона (территория Предкавказья, складчато-глыбового сооружения Большого Кавказа, а также прилегающая акватория Черного моря) в отчетном месяце сейсмических событий не зарегистрировано. В пределах *Сочинского полигона*, в **октябре** проявления сейсмичности также не зафиксированы.

По данным анализа за геофизическими и газо-гидрогеохимическими полями АО «Южморгеология» сейсмогеодинамическое состояние геологической среды в пределах Азовской, Черноморской зон Северо-Кавказского сейсмоактивного региона в октябре 2019 г. характеризуется как слабо активизирующееся (Приложение).

Количество сейсмических событий, зарегистрированных в **октябре** 2019 г. (ССД ЕГС РАН, EMSC, «ЮРЦ ГМСН») на территории *Восточной части* территории Кавказа и Предкавказья было на уровне нижних фоновых значений для последних 10-11 лет (рис. 17). При этом, особо надо отметить, что после высокой сейсмической активности в августе-сентябре в Закавказской очаговой области на южном склоне поднятия Восточного Кавказа (на территории Грузии и Азербайджана), в октябре фиксируется установление режима сейсмического затишья.

В *Центральной части* Кавказского региона количество землетрясений было на уровне средних значений фона для последних 10-ти лет. Отмечается сохранение режима сейсмического затишья (сентябрь-октябрь), после сейсмической активности на южном склоне складчато-глыбового поднятия Центрального Кавказа (Онийская очаговая область) зарегистрированной в прошлые месяцы. При этом проявление сейсмичности слабых энергий (1 толчок и 1 афтершок 09.10.2019 г.) зафиксированное, в обычно асейсмичной области в пределах поднятия Главного хребта Центрального Кавказа (в зоне влияния Пшекиш-Тырнаузского глубинного разлома), возможно свидетельствует о постепенном нарастании напряженности в *Центральной части* Кавказского региона на фоне относительного малого проявления сейсмичности (рис. 17).

В пределах *Западной части* Кавказского региона (территория Предкавказья, складчато-глыбового сооружения Большого Кавказа, а также прилегающая акватория

Черного моря) в **октябре** 2019 г. отмечался относительно частый для данной области режим сейсмического затишья (рис. 17).

Также нужно отметить продолжение сейсмической активности (событие 04.10.2019 г.) на северо-западе территории Армении, на северо-западном продолжении Спитакской очаговой области. Резкое увеличение уровня сейсмической активности, было зафиксировано здесь, в связи с реализацией 10.09.2019 г. относительно сильного ($m_b=4.8$) землетрясения и серии афтершоков (10 событий слабых и умеренных энергий).

По данным сейсмической активности, реализовавшейся в **октябре** и с учетом материалов, полученных в результате наблюдений за ГГД, геофизическими и газо-гидрогеохимическими полями текущее сейсмогеодинамическое состояние геологической среды всей территории Северо-Кавказского сейсмоопасного региона, оценивается как *умеренно аномальное*.

В том числе в пределах *Западной и Центральной* частей Северо-Кавказского региона (в т.ч. на территории *Сочинского полигона* и в области *Эльбрусского сейсмovolканического узла*) как *умеренно аномальное*, в пределах *Восточной части* Северо-Кавказского региона - как *умеренно аномальное активизированное*.

В тектоническом отношении в Предкавказье и на Большом Кавказе сейсмически активными в данном месяце являлись следующие тектонические зоны (рис. 3):

1. Система Предкавказских краевых прогибов:

1.1 Терско-Каспийский прогиб:

- Терско-Сунженская зона осевой складчатости;
- Предгорная зона локальных впадин;
- Среднекаспийская моноклираль;

1.2 Чернолесско-Кабардинский прогиб:

- Баксанская моноклираль;

2. Складчато-глыбовое сооружение Большого Кавказа:

2.1 Северо-Кавказская моноклираль:

- зона Известнякового Дагестана;

2.2 Складчато-глыбовое поднятие Центрального Кавказа:

- поднятие Главного хребта;

2.3 Складчато-глыбовое поднятие Восточного Кавказа:

- Агвали-Хивская складчатая зона;

2.4 Складчатые зоны Южного склона Большого Кавказа:

- Казбегско-Лагодехская;

3 Складчато-глыбовое сооружение Малого Кавказа:

- Аджаро-Триалетская складчатая зона;
- Ахалкалинская зона.

В соответствии со схемой глубинного строения и тектонического районирования Северного Кавказа (альпийский этап) большинство эпицентров землетрясений в **октябре** 2019 г. в региональном плане тяготели к южной и юго-западной границам Центрально-Предкавказского мегаблока и северной границе (межблоковые шовные зоны) Восточно-Предкавказского кристаллического массива. Сейсмическая активность проявилась также в зоне влияния Терского и Пшекиш-Тырнаузского коровых разломов (рис. 2-5).

Таким образом, по результатам комплексного анализа имеющихся данных ГГД-мониторинга, газо-гидрогеохимического мониторинга и предварительных данных геофизических наблюдений, а также анализа сейсмического режима на **01.11.2019 г.** текущее сейсмогеодинамическое состояние геологической среды всего *Северо-Кавказского сейсмоактивного региона оценивается как умеренно-аномальное*.

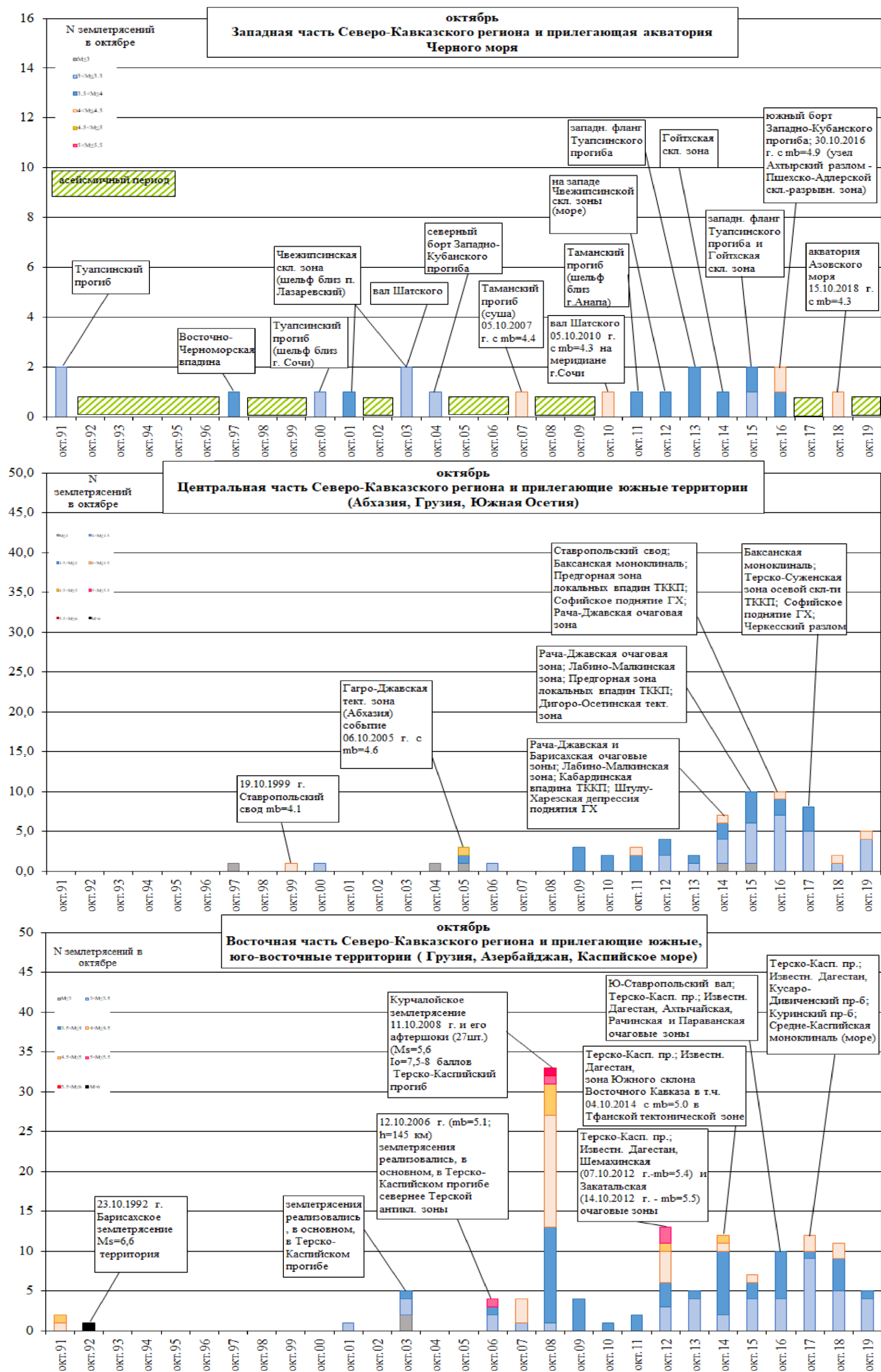


Рис. 17 Графики количества землетрясений (по данным ССД ЕГС РАН), реализовавшихся в октябре конкретного года в период 1991-2019 гг., в Западной, Центральной и Восточной частях Северо-Кавказского региона и прилегающих территориях

4.1 Оценка степени сейсмической опасности на ноябрь 2019 г.

Оценка степени сейсмической опасности на **октябрь** 2019 г., выполненная в предыдущем месяце, в целом, подтвердилась. Прогноз о сохранении умеренно-аномального режима сейсмической активности на уровне средних значений фона прошлых лет в пределах всего Северо-Кавказского региона оправдался. Подтвердилась и оценка сейсмогеодинамического состояния геологической среды в пределах *Восточной части* Северо-Кавказского региона - как *умеренно аномального активизированного*.

Как и предполагалось, наибольшее проявление сейсмического процесса, в виде событий слабой и умеренной энергии в **октябре** зафиксировано в Восточном сегменте Большого Кавказа (от меридиана Владикавказа до шельфа Каспийского моря – 49°) и Центральном сегменте Большого Кавказа (от меридиана Сочи - 40,0 °, до меридиана Владикавказа – 45°).

Для Восточного, Центрального и Западного сегментов Кавказа сейсмическая активизация не превысила прогнозируемых значений.

Для прогнозной оценки степени сейсмической опасности на **ноябрь** 2019 г. с учетом сезонного фактора осуществлялся анализ проявлений сейсмического процесса в прошлые годы.

Ретроспективный анализ сейсмического режима Кавказского сейсмоактивного региона проводился по данным оперативного каталога ССД ЕГС РАН (г. Обнинск) за период с 01.01.1991 г. по 31.12.2018 г. Эпицентры землетрясений из этого каталога для выбранной области Анатолийско-Кавказского региона приведены на рис. 18. Здесь же показаны выборки из каталога событий, используемые для оценки сейсмического режима Западного, Центрального и Восточного сегментов Большого Кавказа и прилегающих областей. Для оценки изменений регистрационных характеристик сети ССД ЕГС РАН за текущий период был построен график числа землетрясений с интервалом в один год (рис. 19). На графике чётко видны качественные скачки (2005, 2011 гг.) развития системы регистрации с 1991 года.

Анализ графика (рис. 20) числа землетрясений с интервалом в один год сформированной выборки для Кавказского региона с 1991 по 2018 гг. показывает значительный рост числа регистрируемых слабых событий относительно фиксируемого количества более сильных событий ($M > 3.5$).

На рис. 21 приведена гистограмма распределения количества регистрируемых ССД ЕГС РАН сейсмических событий в Кавказском регионе с 1991 по 2018 гг. в зависимости от магнитуды и месяца года. Выявляется волновая сезонная цикличность в распределении числа событий с «весенним» и «осенним» максимумами, особенно отчетливо проявляющаяся для землетрясений с $M > 3.5$. Весенний максимум отмечается в мае, а осенний - в сентябре-октябре. В ноябре отмечается относительный спад сейсмической активности на фоне октября и зимних месяцев.

Для анализа и оценки вероятного уровня сейсмической активности на конкретный период, отдельных частей Северо-Кавказского сейсмоактивного региона, различающихся динамикой проявления геодинамических процессов, были построены накопительные гистограммы (рис. 22-24), отражающие вклад количества землетрясений, ранжированных по магнитудам, в общее количество событий, реализовавшихся в месяце конкретного года.

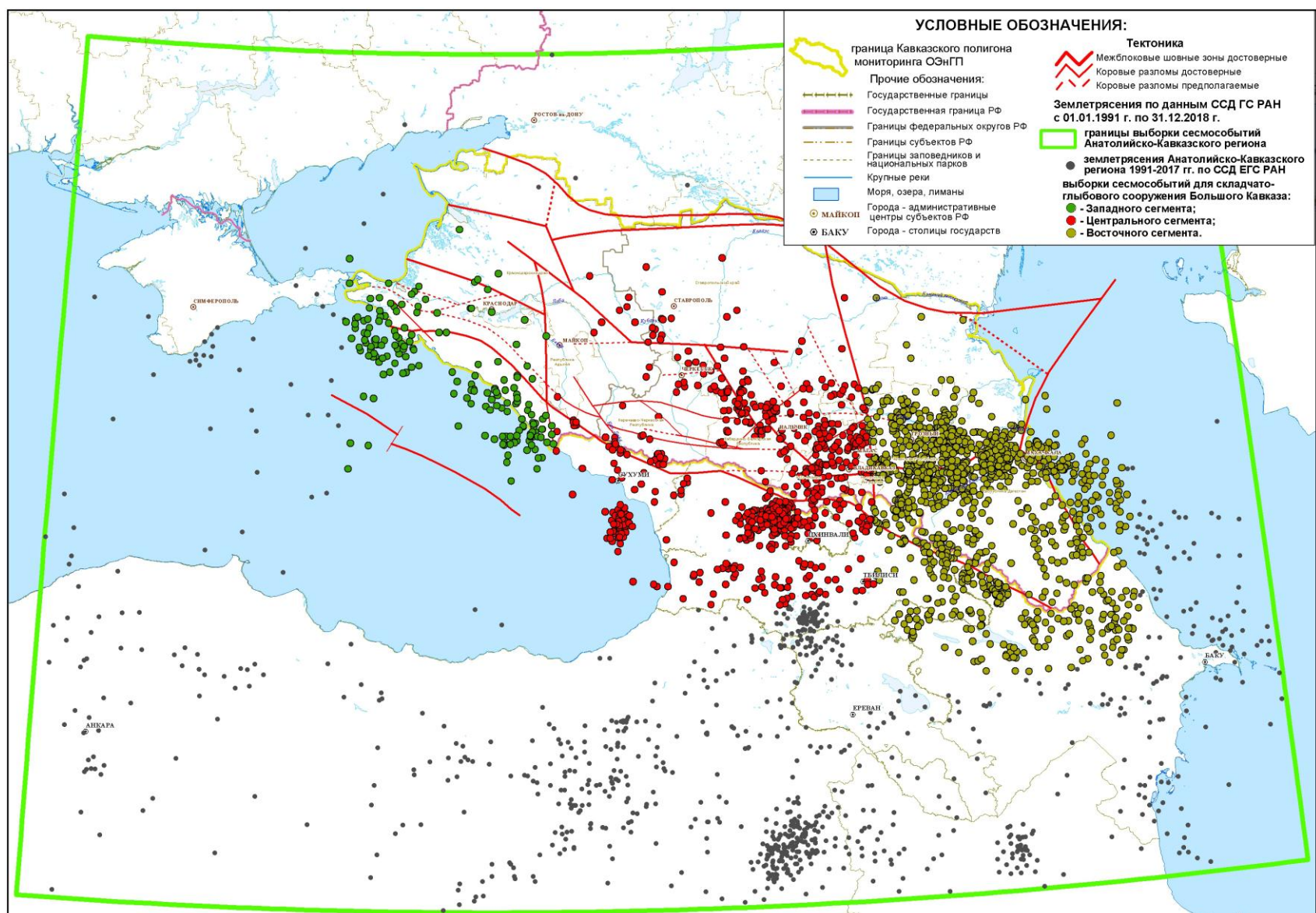


Рис. 18 Сейсмичность Анатолийско-Кавказского региона по данным оперативного каталога ССД ЕГС РАН за период с 01.01.1991 г. до 31.12. 2018 г. (разным цветом показаны выборки событий: зеленым - Западного, красным - Центрального и желтым - Восточного сегментов Большого Кавказа, по которым рассчитывались статистические параметры сейсмичности; черным цветом показана периферийная сейсмичность)

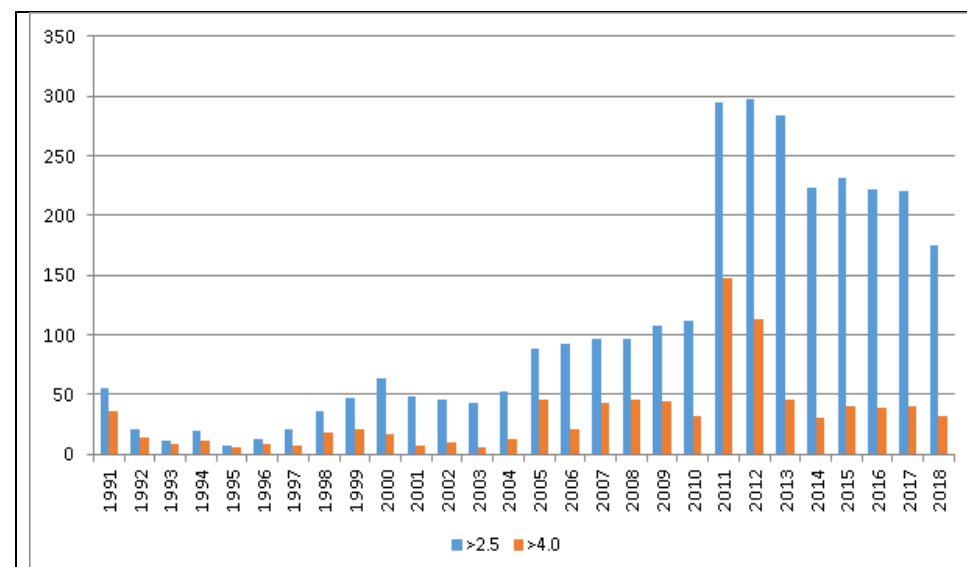


Рис. 19 Количество регистрируемых ССД ЕГС РАН сейсмических событий в зависимости от магнитуды в Анатолийско-Кавказском регионе с 1991 по 2018 гг.

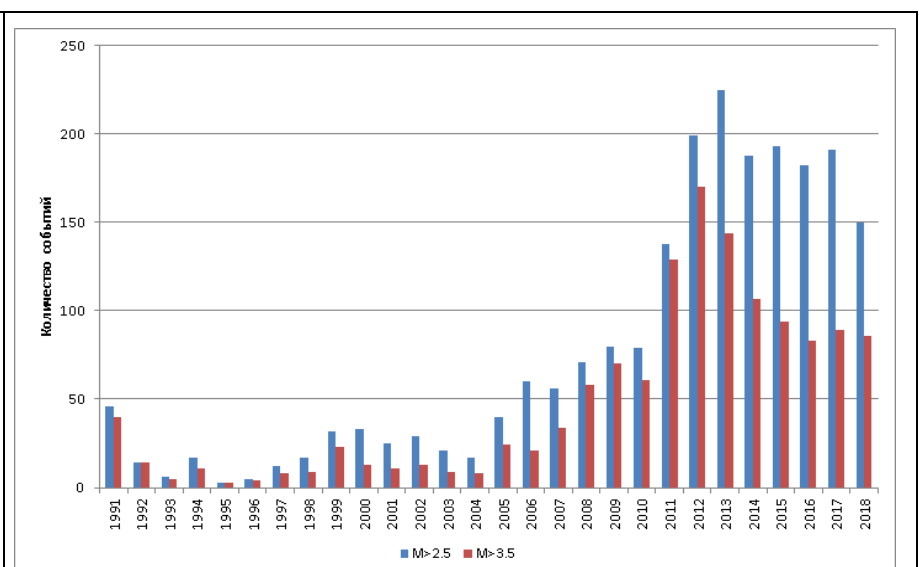


Рис. 20 Количество регистрируемых ССД ЕГС РАН сейсмических событий в зависимости от магнитуды в Кавказском регионе с 1991 по 2018 гг.

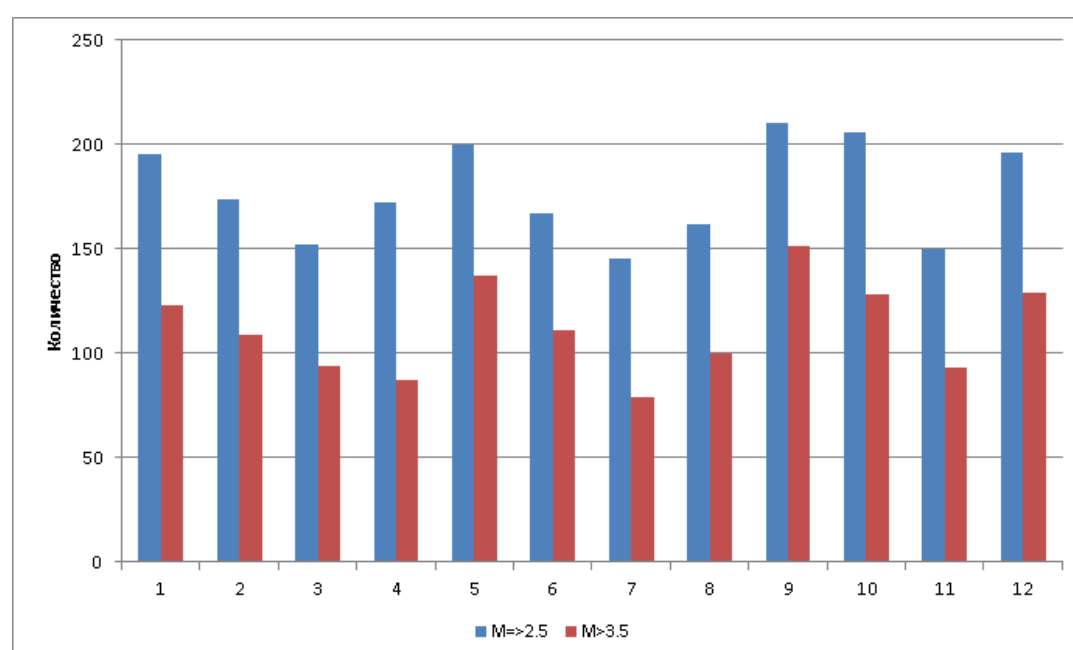


Рис. 21 Количество регистрируемых ССД ЕГС РАН сейсмических событий в Кавказском регионе в зависимости от магнитуды и месяца года с 1991 по 2018 гг.

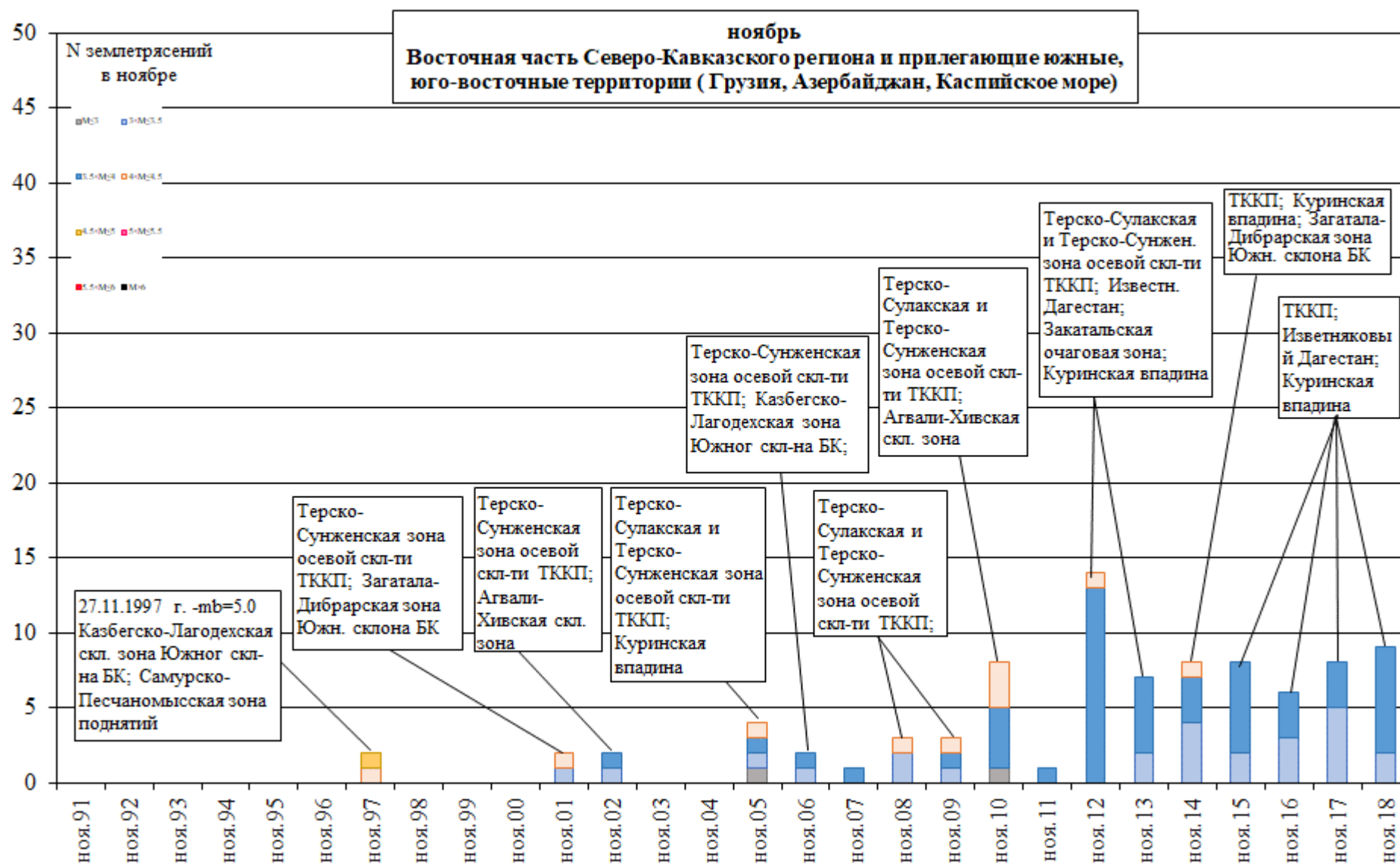


Рис. 22 График количества землетрясений (по данным ССД ЕГС РАН), реализовавшихся в ноябре конкретного года в период 1991-2018 гг., в Восточной части Северо-Кавказского региона и прилегающих южных, юго-восточных территориях

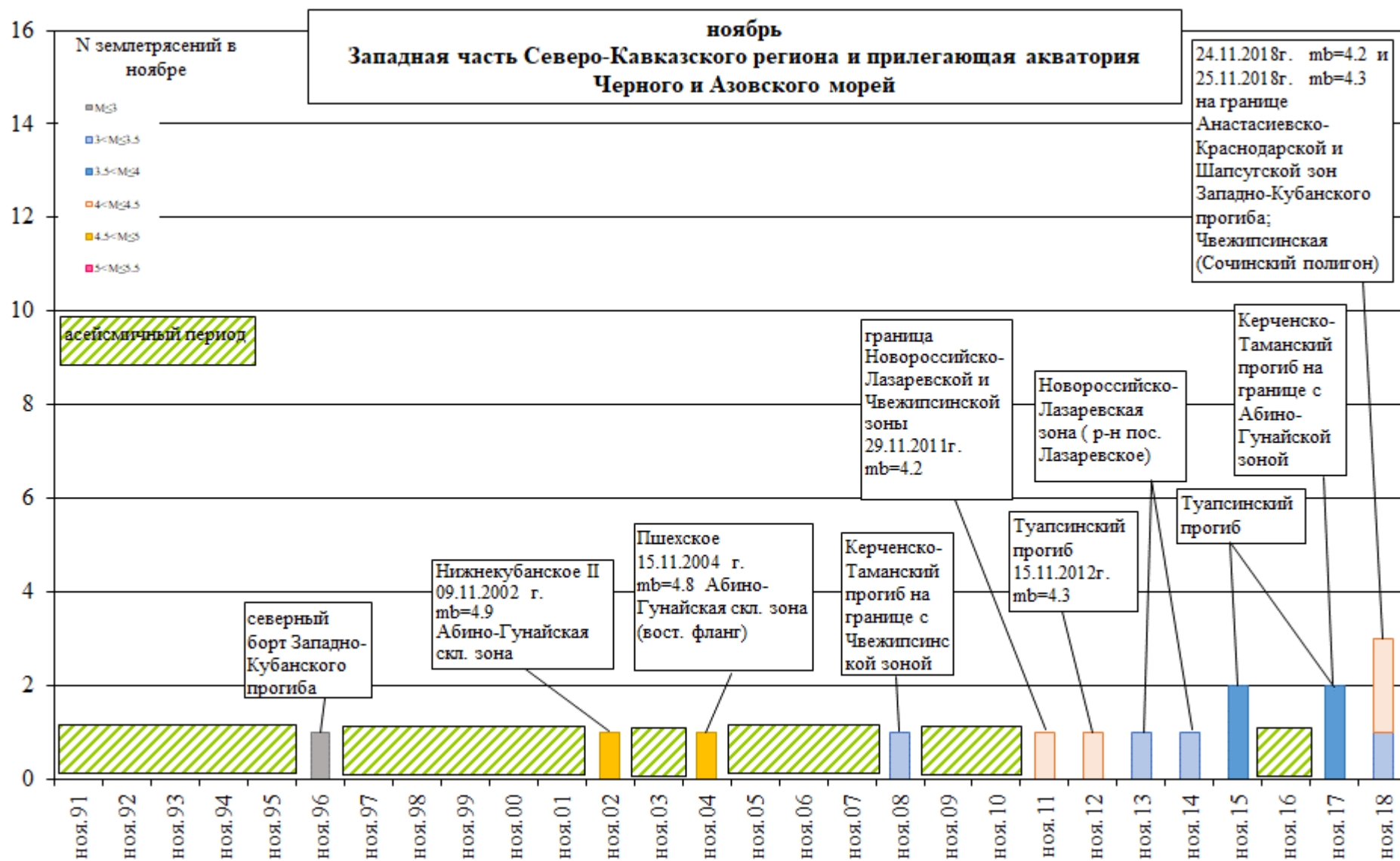


Рис. 24 График количества землетрясений (по данным ССД ЕГС РАН), реализовавшихся в ноябре конкретного года в период 1991-2018 гг., в Западной части Северо-Кавказского региона и прилегающей акватории Черного и Азовского морей

Из результатов ретроспективного анализа сейсмического режима за последние 28 лет (рис. 22-24) следует, что в **ноябре** 2019 г. на фоне ожидаемого некоторого сезонного спада (рис. 21), сейсмическая активность наиболее вероятна в *Восточном* сегменте Большого Кавказа (от меридиана Владикавказа до шельфа Каспийского моря – 49°) и Центральном сегменте Большого Кавказа (от меридиана Сочи – 40,0°, до меридиана Владикавказа – 45°) с реализацией землетрясений преимущественно слабых и умеренных, реже сильных энергий. Подавляющее большинство реализовавшихся сейсмических событий за период 1991-2018 гг. имело энергии ($3 < M \leq 5,0$). При этом на Северном Кавказе самое сильное для ноября (1991-2018 гг.) землетрясение с $m_b=5.1$ было зафиксировано в ноябре 2018 г. (06.11.2018 г.) на южном склоне складчато-глыбового поднятия Центрального Кавказа, в Рача-Джавской очаговой области.

Из графического анализа сейсмического режима *Восточной части* Северо-Кавказского региона (рис. 22) в **ноябре** предыдущих лет, с учетом развития системы регистрации сети ССД ЕГС РАН, выделяется 2012 г. с наибольшим количеством ($N=14$) землетрясений в связи с реализацией рассеянной сейсмичности слабой и умеренной энергии в Терско-Каспийском прогибе, на северном и южном склонах складчато-глыбового поднятия Восточного Кавказа (моноклиналь Известнякового Дагестана и Закатальская очаговая область). Самое сильное землетрясение в ноябре прошлых лет (1991-2018 гг.) для *Восточной части* Северо-Кавказского региона было зафиксировано 27.11.1997 г. ($m_b=5.0$) на западном фланге Казбегско-Лагодехской тектонической зоны, на северо-востоке Грузии.

По данным оперативного каталога ССД ЕГС РАН в периоды 1991-1996, 1998-2000, 2003- 2004 гг. не было зафиксировано ни одного землетрясения, видимо из-за низкой чувствительности сети наблюдений РАН в этот период. По имеющимся материалам для данного месяца цикличность относительного усиления сейсмической активности не фиксируется. Анализ графика наиболее представительного интервала каталога за последние годы (2010-2018 гг.) и с учетом продолжения в октябре сейсмической активности в известных очагах (глубинная часть Курчалойской и Дагестанской очаговых областей) позволяет предположить, что в **ноябре 2019 г.** количество вероятных сейсмических событий M до 5.5 в Восточной части Северо-Кавказского региона может быть выше среднемноголетнего уровня для последних лет (7 землетрясений), но вероятно не превысит значения самого активного года (14 событий).

Реализация большинства событий Восточной части Кавказа происходила в основном в пределах впадин Терско-Каспийского (в том числе в его морской части) и на южном склоне Восточного Кавказа, в тектонических зонах складчато-глыбового сооружения Восточного Кавказа (Известнякового Дагестана, Агвали-Хивская и т.д.).

Из графического анализа сейсмического режима *Центральной части* Кавказского региона (в том числе в районе *Эльбрусского сейсмовулканического узла*) в **ноябре** предыдущих лет (рис. 23) наибольшим количеством землетрясений характеризовались 2015 г. ($N=8$) в связи с реализацией рассеянной сейсмичности, в основном, в Рача-Джавской и Барисахской очаговых областях на южном склоне Центрального Кавказа (на территории Грузии). При этом, в ноябре этого года (03.11.2015 г.) сильное землетрясение ($m_b=4.7$) было зафиксировано в пределах Предкавказья (Южно-Ставропольский вал Ставропольского свода). Самое сильное землетрясение в ноябре прошлых лет (1991-2018 гг.) для *Центральной части* Северо-Кавказского региона было зафиксировано 06.11.2018 г. ($m_b=5.1$) на южном склоне складчато-глыбового поднятия Центрального Кавказа, в Рача-Джавской очаговой области, на территории Грузии.

По данным оперативного каталога ССД ЕГС РАН в периоды 1991, 1993, 1995-1999, 2001-2004 гг. не было зафиксировано ни одного землетрясения, видимо вследствие низкой чувствительности сети. В остальные годы наиболее представительного интервала наблюдений (2010-2018 гг.) **ноябрь** в *Центральной части* Северо-Кавказского региона характеризовался относительно равномерным сейсмическим режимом с реализацией от 1 до 4 событий (в среднем 3) с M до 5.5.

Реализация событий в Центральной части Кавказа происходила в основном на южных склонах Складчато-глыбового поднятия Главного хребта Центрального Кавказа (Рача-Джавская и Барисахская очаговые зоны), а также в пределах Ставропольского свода, структур Терско-Каспийского прогиба (Чернолесская, Осетинская и Кабардинская впадины).

Количество сейсмических событий в **ноябре 2019 г.**, (при сохранении текущего умеренно-аномального сейсмогеодинамического режима), с учетом возобновления в июле-августе активности в Онийской очаговой области и относительно слабого общего проявления сейсмичности в мае-октябре, может быть несколько выше среднеемноголетних значений сейсмичности последних лет (3 землетрясения). Но вероятнее всего для *Центральной части* Кавказского региона (в том числе в пределах *Эльбрусского сейсмovolканического узла*), уровень сейсмичности не превысит значений для самого активного года, т.е. не более 8-ми событий.

Ретроспективный анализ для *Западной части* Северо-Кавказского региона, в том числе и в *районе Сочинского полигона*, показывает неравномерность распределения количества сейсмических событий в **ноябре** за последние 28 лет. Из графического анализа (рис. 24) сейсмического режима Западной части Северо-Кавказского региона в **ноябре** предыдущих лет по данным оперативного каталога ССД ЕГС РАН в периоды 1991-1995, 1997-2001, 2003, 2005-2007, 2009-2010, 2016 гг. не было зафиксировано ни одного землетрясения. При этом, наибольшим количеством землетрясений характеризовался 2018 г. ($N=3$), в связи с реализацией 2-х землетрясений относительно высокой для района энергии, 24.11.2018 г. ($m_b=4.2$ - Анастасиевско-Красновадская зона) и 25.11.2018 г. ($m_b=4.3$ – Шапсугская зона) в пределах Западно-Кубанского прогиба. При этом надо отметить, что именно в ноябре прошлых лет (1991-2018 гг.) были зарегистрированы одни из самых сильных для *Западной части* Северо-Кавказского региона Нижнекубанское II (09.11.2002 г. – $m_b=4.9$) и Пшехское (15.11.2004 г. – $m_b=4.8$) землетрясения. Оба события реализовались в пределах Абино-Гунайской складчатой зоны Западного Кавказа в зоне влияния Ахтырского глубинного разлома.

По данным ССД ЕГС РАН непосредственно в пределах *Сочинского полигона* в **ноябре** прошлых лет (за период 1991-2018 гг.) сейсмическая активность фиксировалась в 2018 году (рис. 25) один раз, в 2018 г. землетрясением умеренной энергии в Чвежипсинской тектонической области.

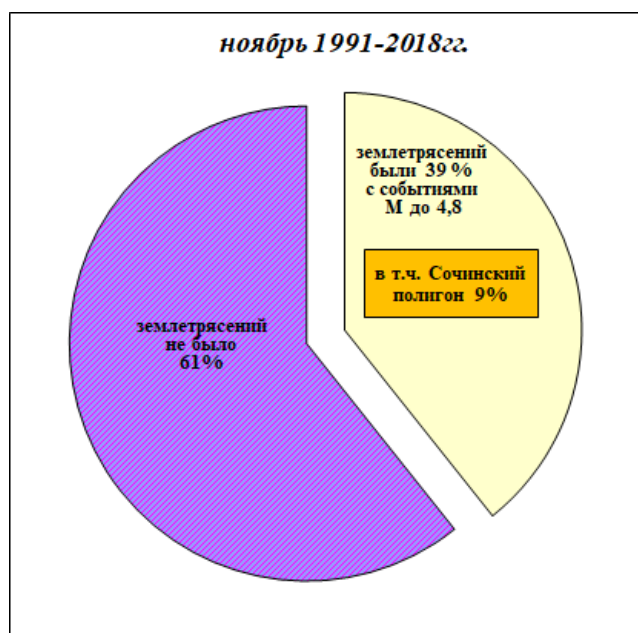


Рис. 25 Диаграмма распределения сейсмической активности в ноябре в течение предшествующего 28 летнего периода для Западной части Северо-Кавказского региона

Для *Западной части* Северо-Кавказского региона, в том числе и в районе *Большого Сочи*, вероятность реализации землетрясений в **ноябре** составляет до 61 %, в т. ч. на *Сочинском полигоне* – 9 % (рис. 25).

Учитывая относительно высокую сейсмическую активность для *Западной части* Северо-Кавказского региона в прошлом году, относительное сейсмическое затишье в текущем 2019 г., а также аномальные движения СГП Темрюк и Порт-Кавказ, (см. приложение «Раздел бюллетеня...» АО «Южморгеология»), позволяет ожидать проявления сейсмичности и в **ноябре** 2019 г. Количество событий вероятнее всего не превысит фоновых значений за 28 лет (1-2 события).

В тектоническом отношении, в соответствие со схемой тектонического районирования Северного Кавказа альпийского этапа, проявление землетрясений *Западной части* Северо-Кавказского региона может быть приурочено в основном, к структурам Туапсинского и Керченско-Таманского прогибов, а также Абино-Гунайской и Чвежипсинской складчатым зонам Западного Кавказа, к южному флангу Западно-Кубанского прогиба.

Пространственное положение сейсмичности, зафиксированной в **ноябре** по данным ССД ЕГС РАН на рассматриваемой территории в период 1991-2018 гг. относительно элементов тектонического районирования Северного Кавказа показано на рис. 26

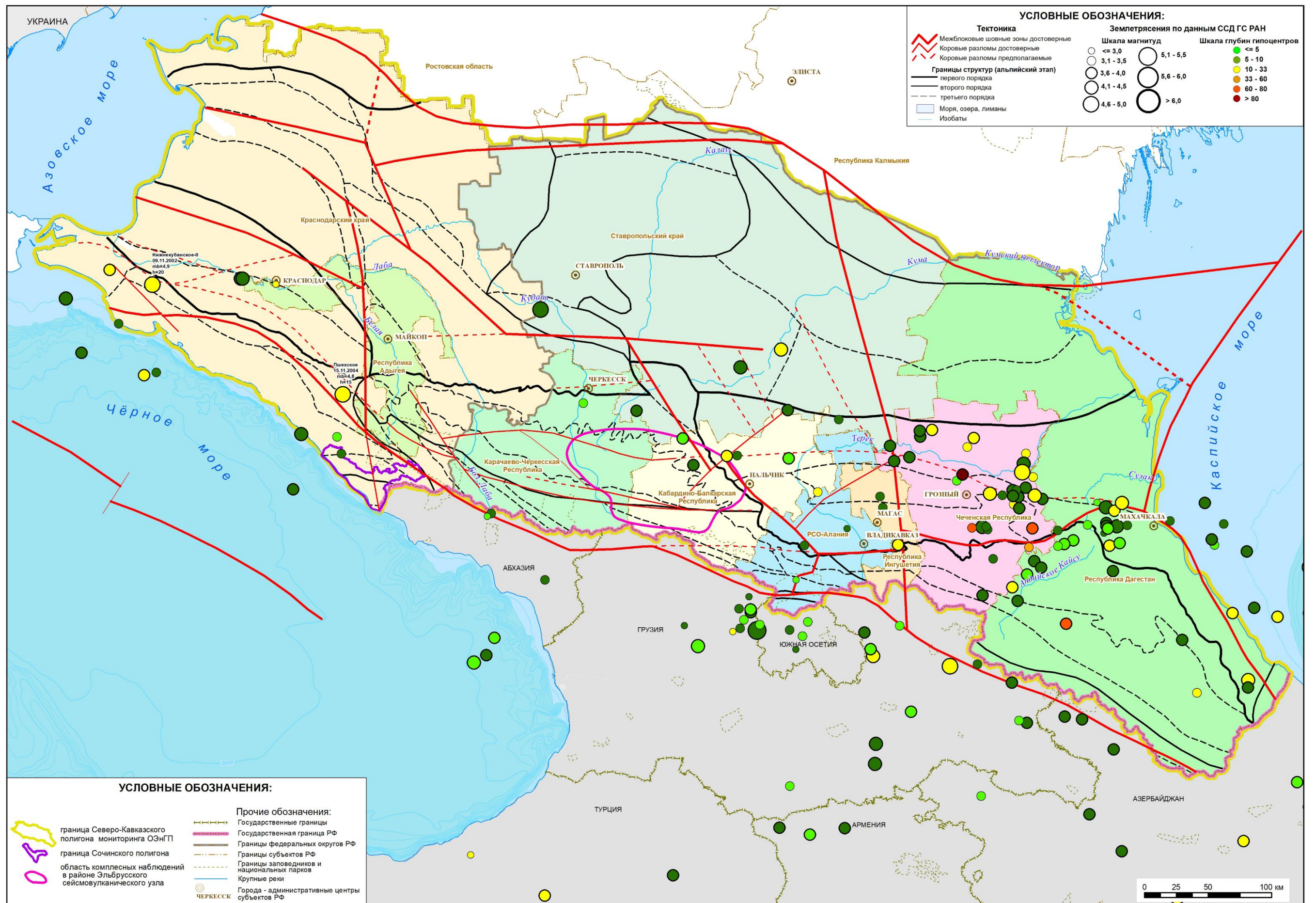


Рис. 26 Карта-схема сейсмичности, зафиксированной в ноябре по данным каталога ССД ЕГС РАН за период с 1991-2018 гг. относительно элементов тектонического районирования Северного Кавказа

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В **октябре** 2019 г. проводился мониторинг гидрогеодеформационного поля по 19 скважинам, мониторинг геофизических и газо-гидрогеохимических полей на Северо-Кавказском полигоне. Выполнена оценка сейсмогеодинамического состояния сейсмоопасных регионов территории Северо-Кавказского и Южного федеральных округов.

По результатам комплексного анализа имеющихся данных ГГД-мониторинга, газо-гидрогеохимического мониторинга и предварительных данных геофизических наблюдений, а также анализа сейсмического режима, текущее сейсмогеодинамическое состояние геологической среды всей территории Северо-Кавказского сейсмоопасного региона, оценивается как *умеренно аномальное*.

В том числе в пределах *Западной и Центральной* частей Северо-Кавказского региона (в т.ч. на территории *Сочинского полигона* и в области *Эльбрусского сейсмovolканического узла*) как *умеренно аномальное*, в пределах *Восточной части* Северо-Кавказского региона - как *умеренно аномальное активизированное*.

По данным сейсмических наблюдений локальных сетей филиала ФГБУ «Гидроспецгеология» «Южный региональный центр ГМСН» и АО «Южморгеология», предварительных каталогов Службы срочных донесений Единой Геофизической службы Российской академии наук и Европейско-Средиземноморского сейсмологического центра большинство сейсмических событий на рассматриваемой территории Кавказа в **октябре 2019 г.** произошло в *Восточной части* Кавказского региона (Предкавказье, складчато-глыбовое сооружение Большого Кавказа и прилегающая акватория Каспийского моря), где было зафиксировано 6 землетрясений слабых и умеренных энергий с магнитудами (mb) от 3.1 до 3.8 (в том числе на территории *Восточной части* Северного Кавказа 4 события).

В *Центральной части* Кавказского региона (Предкавказье, складчато-глыбовое сооружение Большого Кавказа) было зафиксировано 5 землетрясений слабой энергии (из них все 5 на территории *Центральной части* Северного Кавказа).

По данным каталогов землетрясений EMSC и ССД ЕГС РАН, а также по результатам сейсмического мониторинга филиала «Южный региональный центр ГМСН» ФГБУ «Гидроспецгеология» и АО «Южморгеология», в пределах *Эльбрусского сейсмovolканического узла* в **октябре** 2019 г. сейсмических событий не зафиксировано.

В пределах *Западной части* Кавказского региона (территория Предкавказья, складчато-глыбового сооружения Большого Кавказа, а также прилегающая акватория Черного моря) в отчетном месяце сейсмических событий не зарегистрировано. В пределах *Сочинского полигона*, в **октябре** проявления сейсмичности также не зафиксированы.

Также нужно отметить продолжение сейсмической активности (событие 04.10.2019 г.) на северо-западе территории Армении, на северо-западном продолжении Спитакской очаговой области. Резкое увеличение уровня сейсмической активности было зафиксировано здесь в связи с реализацией в прошлом месяце (10.09.2019 г.) относительно сильного (mb=4.8) землетрясения и серии афтершоков (10 событий слабых и умеренных энергий).

Анализ ежедекадных трендов ГГД поля показал, что на территории Северо-Кавказского региона в октябре 2019 г. сейсмические события слабых и до умеренных энергий произошли в условиях сжатия и растяжения геологической среды (в пределах расчетного поля ПНГС).

Оценка степени сейсмической опасности на октябрь 2019 г., выполненная в предыдущем месяце, в целом, подтвердилась. Прогноз о сохранении умеренно-аномального режима сейсмической активности на уровне средних значений фона прошлых лет в пределах всего Северо-Кавказского региона оправдался. Подтвердилась и оценка сейсмогеодинамического состояния геологической среды в пределах *Восточной части* Северо-Кавказского региона - как *умеренно аномального активизированного*.

Как и предполагалось, наибольшее проявление сейсмического процесса, в виде событий слабой и умеренной энергии в **октябре** зафиксировано в Восточном сегменте Большого Кавказа (от меридиана Владикавказа до шельфа Каспийского моря – 49°) и Центральном сегменте Большого Кавказа (от меридиана Сочи - 40,0 °, до меридиана Владикавказа – 45°).

Для Восточного, Центрального и Западного сегментов Кавказа сейсмическая активизация не превысила прогнозируемых значений.

Из результатов ретроспективного анализа сейсмического режима за последние 28 лет следует, что в **ноябре 2019 г.** на фоне ожидаемого сезонного спада, сейсмическая активность наиболее вероятна в Восточном сегменте Большого Кавказа (от меридиана Владикавказа до шельфа Каспийского моря – 49°) и Центральном сегменте Большого Кавказа (от меридиана Сочи - 40,0 °, до меридиана Владикавказа – 45°) с реализацией землетрясений преимущественно слабых и умеренных, реже сильных энергий.

Подавляющее большинство реализовавшихся сейсмических событий за период 1991-2018 гг. имело энергии ($3 < M \leq 5,0$). При этом на Северном Кавказе самое сильное для ноября (1991-2018 гг.) землетрясение с $m_b=5.1$ было зафиксировано в ноябре 2018 г. (06.11.2018 г.) на южном склоне складчато-глыбового поднятия Центрального Кавказа, в Рача-Джавской очаговой области.

По результатам комплексного анализа имеющихся данных ГГД-мониторинга, газо-гидрогеохимического и геофизического мониторинга за **октябрь 2019** года и оценки *степени сейсмической опасности на ноябрь 2019 г.* прогнозируется сохранение *умеренно-аномального* режима сейсмической активности на уровне средних значений фона прошлых лет в пределах всего Северо-Кавказского региона.

С учетом сезонного фактора проявления сейсмичности, установленного за последние 28 лет и при сохранении текущих тенденций сейсмогеодинамического режима, можно предположить, что в **ноябре 2019 г.** в *Восточной части Северо-Кавказского региона* с учетом высокой сейсмической активности в прошлые месяцы (июль-август) и продолжения в октябре активизации в известных очагах (глубинная часть Курчалойской и Дагестанской очаговых областей) количество вероятных сейсмических событий M до 5.5 в Восточной части Северо-Кавказского региона может быть выше среднемноголетнего уровня для последних лет (7 землетрясений), но вероятно не превысит значения самого активного года (14 событий).

В *Центральной части Северо-Кавказского региона* количество сейсмических событий в **ноябре 2019 г.**, (при сохранении текущего умеренно-аномального сейсмогеодинамического режима), с учетом возобновления в июле-августе активности в Онийской очаговой области и относительно слабого общего проявления сейсмичности в мае-октябре, может быть несколько выше среднемноголетних значений сейсмичности последних лет (3 землетрясения). Но вероятнее всего для *Центральной части* Кавказского региона (в том числе в пределах *Эльбрусского сейсмовулканического узла*), уровень сейсмичности не превысит значений для самого активного года, т.е. не более 8-ми событий.

Учитывая относительно высокую сейсмическую активность для *Западной части* Северо-Кавказского региона в прошлом году, относительно сейсмическое затишье в текущем 2019 г., а также аномальные движения СГП Темрюк и Порт-Кавказ, и сохранение аномалий параметров геофизических и газо-гидрогеохимических полей (см. приложение «Раздел бюллетеня...» АО «Южморгеология»), позволяет ожидать проявления сейсмичности и в **ноябре 2019 г.** Количество событий вероятнее всего не превысит фоновых значений за 28 лет (1-2 события).

Ведущий специалист ОМЭНГП

 С. С. Малофеева

Ведущий специалист ОМЭНГП

 Л.Л. Круткин

**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ЮЖНОЕ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
ПО МОРСКИМ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫМ РАБОТАМ»
(АО «Южморгеология»)**

РАЗДЕЛ БЮЛЛЕТЕНЯ

с оценкой эндогеодинамического состояния и сейсмической активности недр в
пределах Азово-Черноморской и Каспийской прибрежных зон
Северо-Кавказского сейсмоактивного региона, в том числе на
территории Сочинского полигона
за октябрь 2019 г.

От Исполнителя:

И.о. управляющего директора

Ответственный исполнитель



Е.М. Красинский

В.А. Фоменко

Геленджик 2019 г.

ВВЕДЕНИЕ

Бюллетень за октябрь 2019 г. подготовлен АО «Южморгеология» по результатам выполнения работ по ведению наблюдений на геофизическими и газо-гидрогеохимическими полями в пределах Азово-Черноморской и Каспийской прибрежных зон Северо-Кавказского сейсмоактивного региона.

Целевое назначение работ – выполнение комплекса измерений и текущих камеральных работ на пунктах наблюдений за геофизическими и газо-гидрогеохимическими полями в пределах Азово-Черноморской и Каспийской прибрежных зон для оценки сейсмогеодинамического состояния геологической среды и степени сейсмической опасности в Северо-Кавказском сейсмоактивном регионе.

Измерения параметров геофизических полей в пределах Азово-Черноморской прибрежной зоны Северо-Кавказского сейсмоактивного региона включали следующие работы:

- ежесуточные наблюдения за движениями участков земной коры методом спутниковой геодинамики по сети из 8 действующих спутниковых геодинимических пунктов в пределах Кавказского полигона;

- наблюдения за сейсмическими полями по 6 пунктам (г. Темрюк, г. Анапа, г. Геленджик – Голубая бухта, г. Туапсе, пос. Каткова щель, г. Сочи), путём регистрации сейсмических сигналов в режиме «по обнаружению»;

- наблюдения за естественным импульсным электромагнитным полем Земли (ЕИЭМПЗ) по 1 пункту (с. Возрождение) путём регистрации интенсивности потока импульсов магнитной составляющей ЕИЭМПЗ.

Измерения параметров газо-гидрогеохимических полей в пределах Северо-Кавказского сейсмоактивного региона включают следующие работы:

- отбор проб и определение содержаний гелия в подземных водах по 5 пунктам (г. Анапа, г. Геленджик-Голубая бухта, с. Возрождение, г. Сочи, пос. Каткова Щель);

- отбор проб и определение содержаний гелия в подземных водах по пункту с. Гильяр (Республика Дагестан);

- отбор проб и определение объемной активности радона по 2 пунктам (г. Геленджик, с. Возрождение).

Выполнена камеральная обработка всего комплекса данных.

1. РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫПОЛНЕНИЯ КОМПЛЕКСА ИЗМЕРЕНИЙ И ТЕКУЩИХ КАМЕРАЛЬНЫХ РАБОТ ДЛЯ ОЦЕНКИ СЕЙСМОГЕОДИНАМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ И СТЕПЕНИ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ В ПРЕДЕЛАХ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОЙ И КАСПИЙСКОЙ ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО СЕЙСМОАКТИВНОГО РЕГИОНА

1.1. Измерения параметров геофизических полей в пределах Азово-Черноморской прибрежной зоны Северо-Кавказского сейсмоактивного региона

На рисунке 1.1 представлена схема расположения пунктов наблюдений за геофизическими и газо-гидрогеохимическими полями в пределах Азовской, Черноморской и Каспийской прибрежных зон для оценки сейсмогеодинамического состояния геологической среды и степени сейсмической опасности в Северо-Кавказском сейсмоактивном регионе.

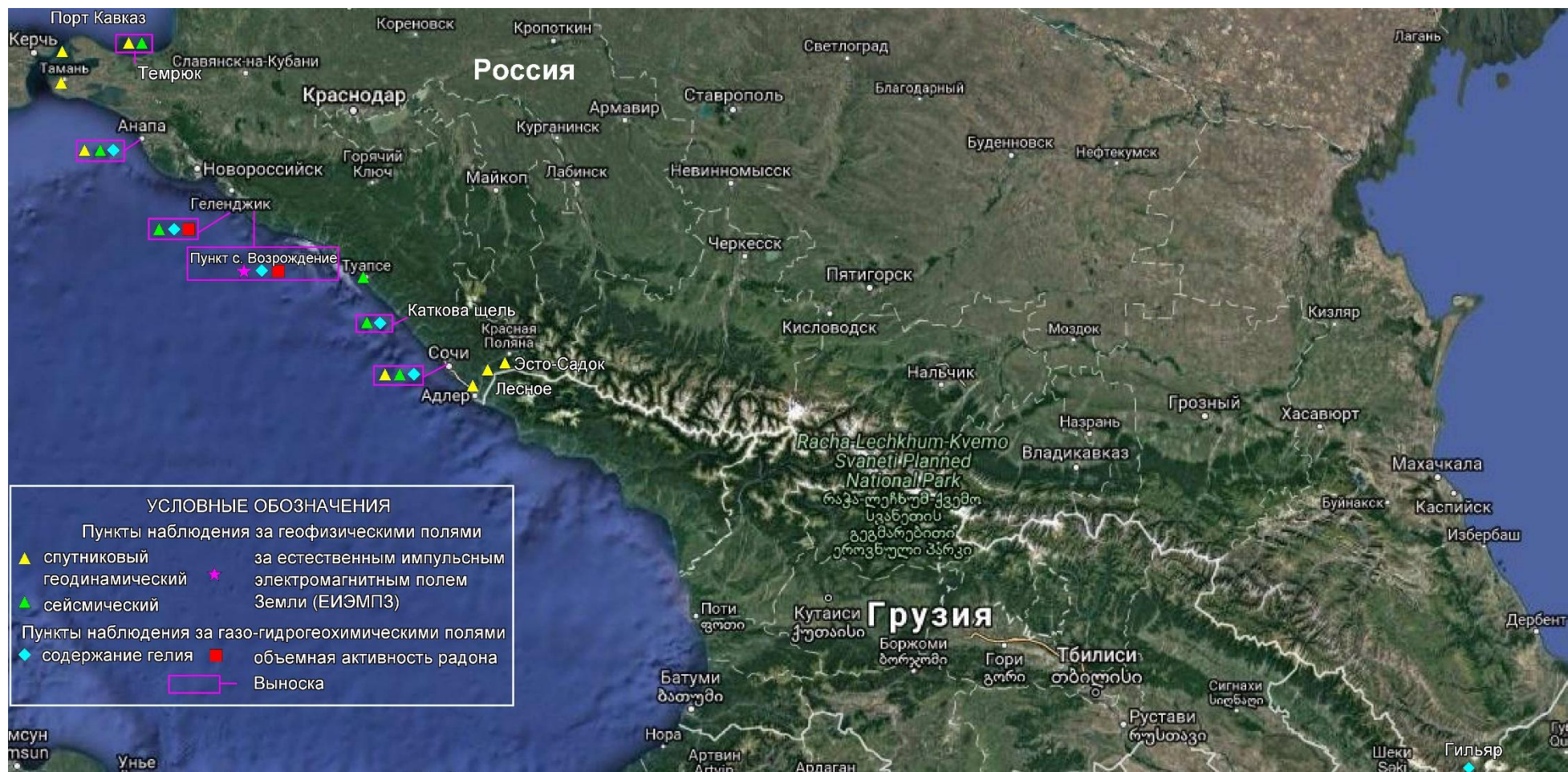


Рис. 1.1 Сеть пунктов наблюдений за геофизическими и газо-гидрогеохимическими полями в 2019 г.

1.1.1. Наблюдения за движениями участков земной коры методом спутниковой геодинамики

Наблюдения за движениями участков земной коры методом спутниковой геодинамики основаны на использовании ежесуточных измерений спутниковых геодинимических пунктов (СГП) GPS-ГЛОНАСС согласно схеме работ.

На Азово-Черноморском побережье Краснодарского края действует система прямого измерения деформаций земной коры на основе сети из 8 постоянных спутниковых геодинимических пунктов (СГП), установленных в сейсмоактивных районах Азово-Черноморского побережья (рис.1.1).

Для обработки первичных данных, проведение интерпретации и построения схемы движения участков поверхности Земли используется современный пакет математической обработки GAMIT/GLOBK, что позволяет убирать различные помехи и шумы не геодинимического характера (ионосферные помехи, солнечные и лунные приливно-отливные колебания поверхности Земли, изменения атмосферного давления, температуры и пр.). Сеть СГП включает в себя юго-восточный и северо-западный сегменты, охватывающие территорию Азово-Черноморской прибрежной зоны.

Северо-западный фрагмент сети включает СГП: г. Темрюк, г. Порт-Кавказ, г. Тамань и г. Анапа. Юго-восточный фрагмент сети включает СГП: г. Адлер, г. Сочи, с. Эсто-Садок и с. Лесное.

В октябре были получены данные на спутниковых геодинимических пунктах (СГП) Сочи, Тамань, Темрюк, Порт-Кавказ, Эсто-Садок, Адлер, Лесное. Движения пунктов представлены на рисунках 1.2-1.15.

В октябре 2019 г. в пределах Азовской и Черноморской прибрежных зон землетрясений не зарегистрировано.

Сейсмическое затишье отмечено умеренной геодинимической обстановкой на пунктах как западного, так и восточного фрагментов сети. Исключением является аномальное смещение к северу горизонтальной траектории СГП Темрюк (рис. 1.6) и Порт-Кавказ (рис. 1.8) с проседанием этих пунктов по высоте (рис. 1.7, рис. 1.9).

Движение пункта Сочи в горизонтальной плоскости представлено на рисунке 1.8.

Движение СГП Эсто-Садок представлено на рисунках 1.10 и 1.11.

Горизонтальное и вертикальное движение СГП Адлер представлено на рисунках 1.12 и 1.13.

На востоке петлеобразная траектория СГП Лесное продолжает возвращаться к тренду (рис. 1.14). С восстановлением высоты после резкого спада в марте - апреле 2019 г. (рис. 1.15)

1.1.2. Наблюдения за сейсмическими полями

Непрерывные наблюдения за сейсмическими полями осуществлялись на шести пунктах Азово-Черноморской прибрежной зоны (рис. 1.1).

Для осуществления непрерывных наблюдений за сейсмическими полями в пределах Азово-Черноморской прибрежной зоны используются сейсмические станции РСС «Дельта-Геон 001».

В ходе подготовки материалов к комплексной оценке эндогеодинимического состояния и сейсмической активности недр сейсмоактивной территории Северного Кавказа выполнена ежедекадная и ежемесячная камеральная обработка первичных данных наблюдений за сейсмическими полями, получены результаты предварительного анализа записей сейсмостанций по пунктам Азово-Черноморской прибрежной зоны.

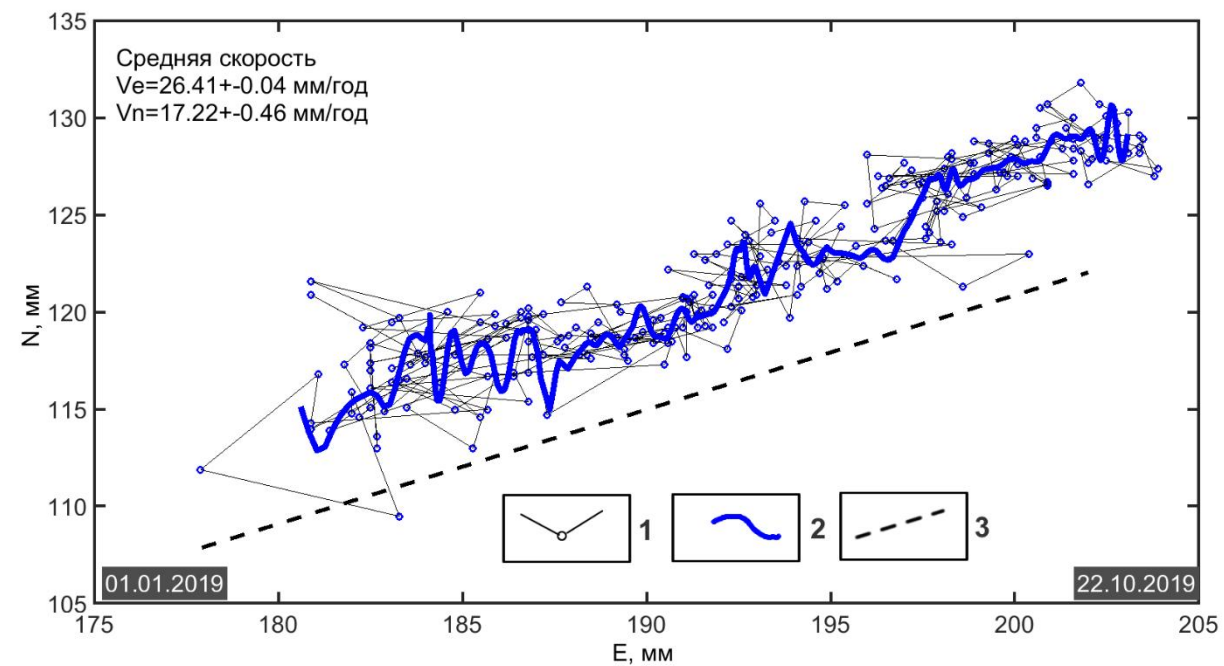


Рис.1.2 Движение пункта Сочи в горизонтальной плоскости в 2019 г.
Условные обозначения: 1-3-траектория движения: 1-исходная (посуточная), 2- сглаженная, 3-тренд, 4 – номер ближайшего сейсмособытия. Даты на тёмном фоне указывают на начало и конец наблюдений. N, E – смещение в северном и восточном направлении соответственно.

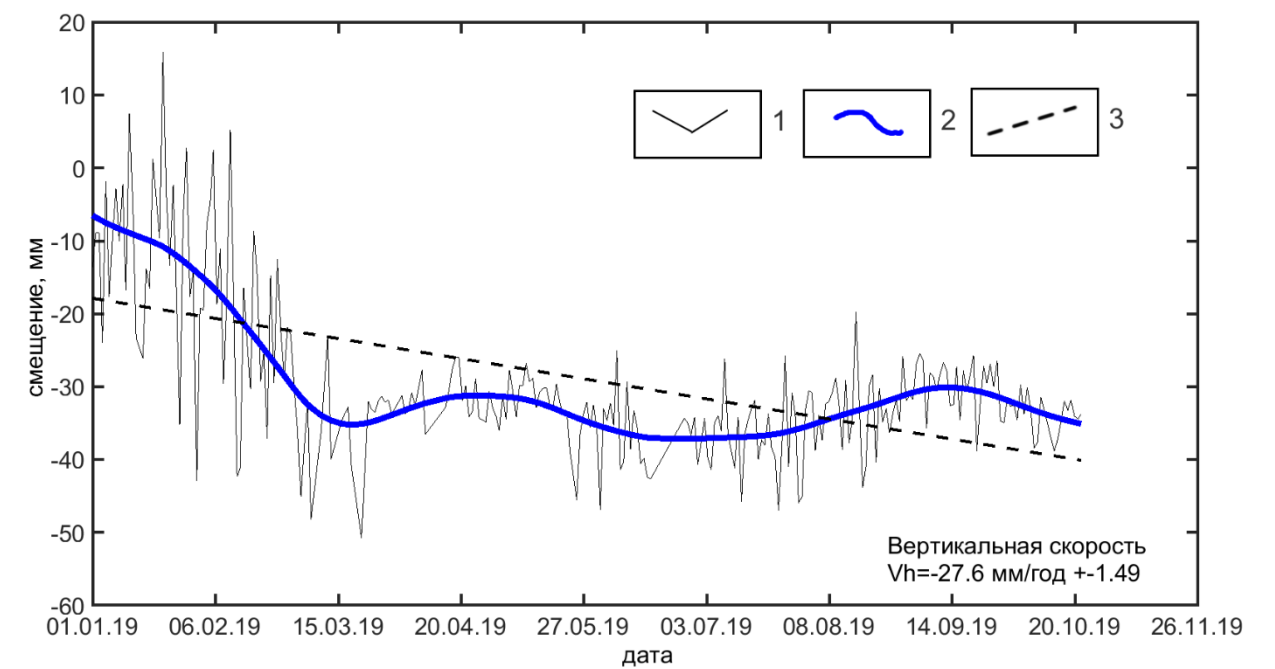


Рис.1.3 Вертикальное движение СГП Сочи в 2018-2019 гг.
Условные обозначения: 1-3-траектория движения: 1-исходная (посуточная), 2- сглаженная, 3-тренд.

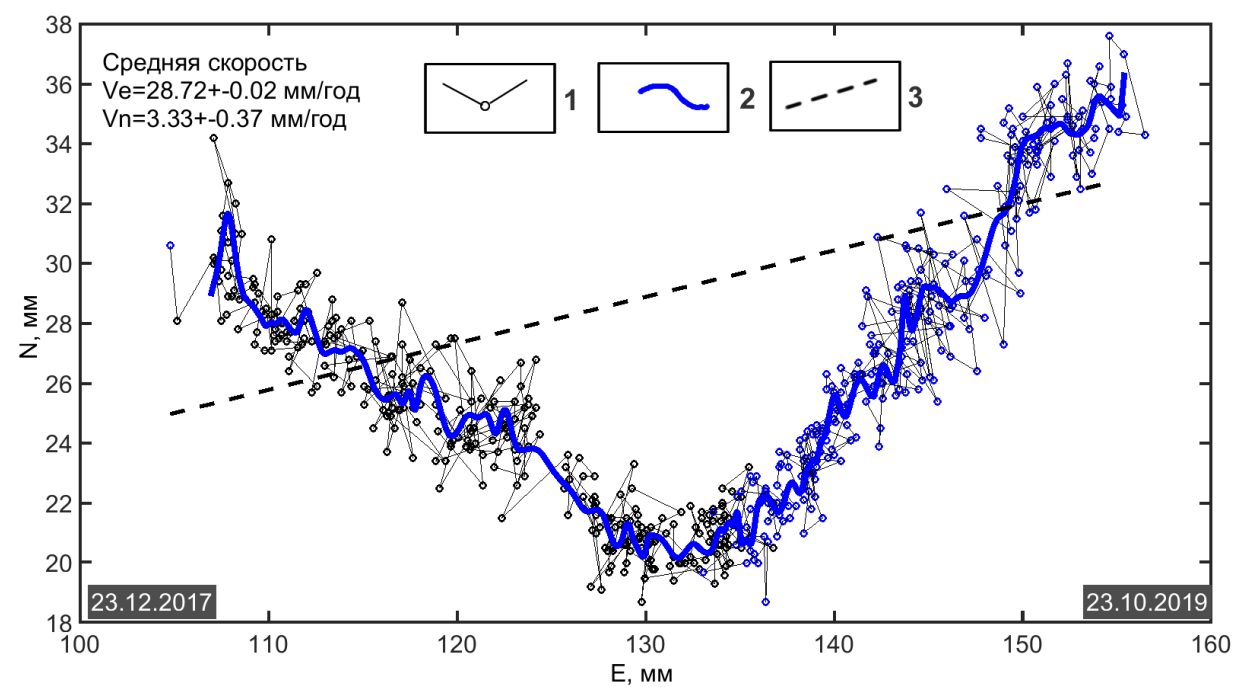


Рис.1.4 Движение пункта Тамань в горизонтальной плоскости в 2018-2019 гг.
Условные обозначения приведены на рис. 1.2

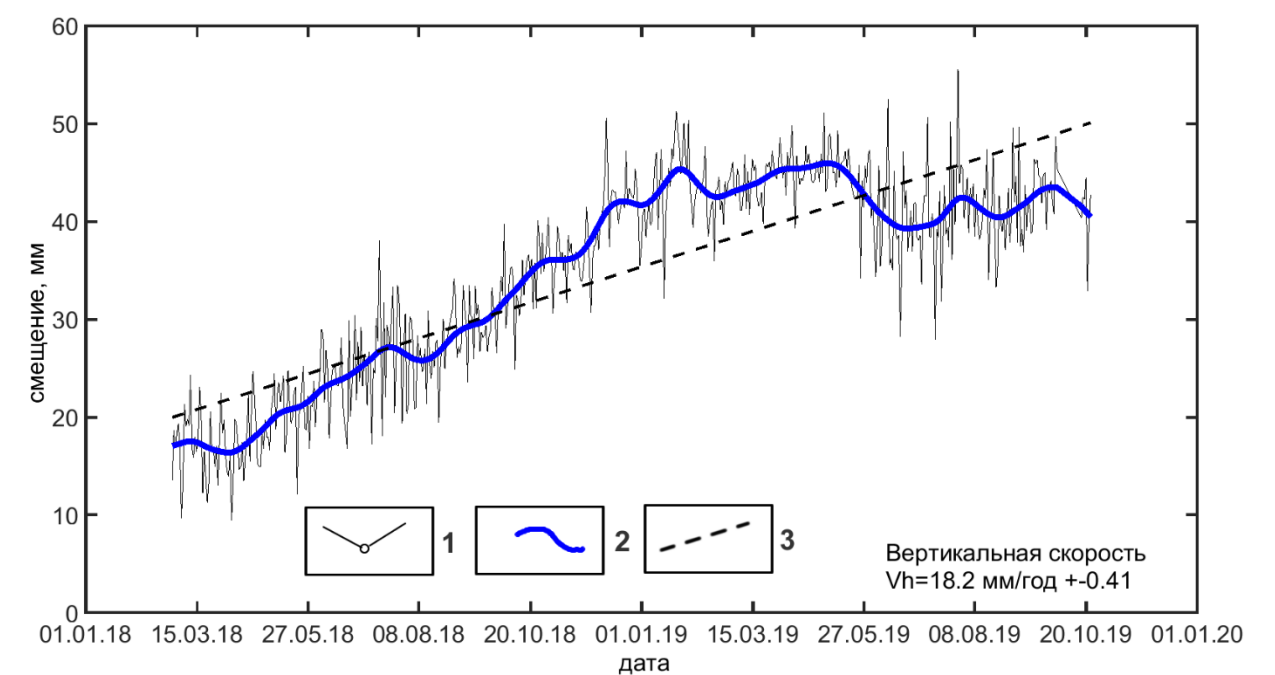


Рис. 1.5 Вертикальное движение СГП Тамань в 2018-2019 гг.
Условные обозначения приведены на рис. 1.3.

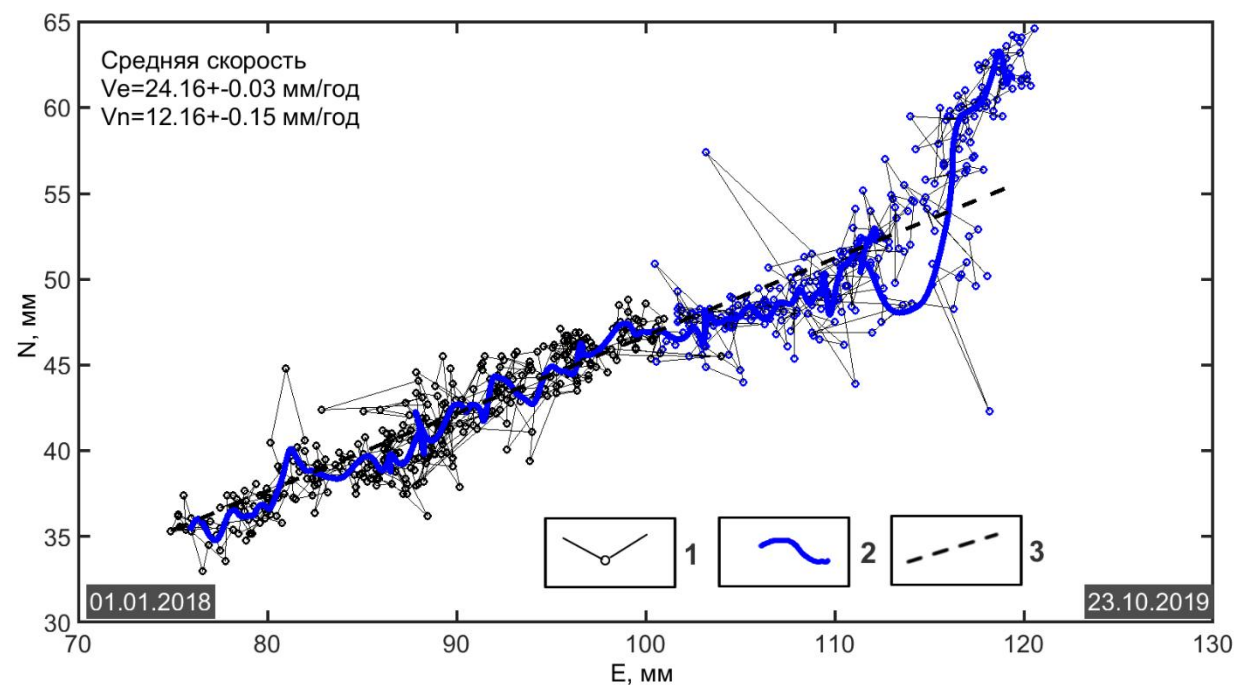


Рис. 1.6 Движение пункта Темрюк в горизонтальной плоскости в 2018-2019 гг.
 Условные обозначения приведены на рис. 1.2.

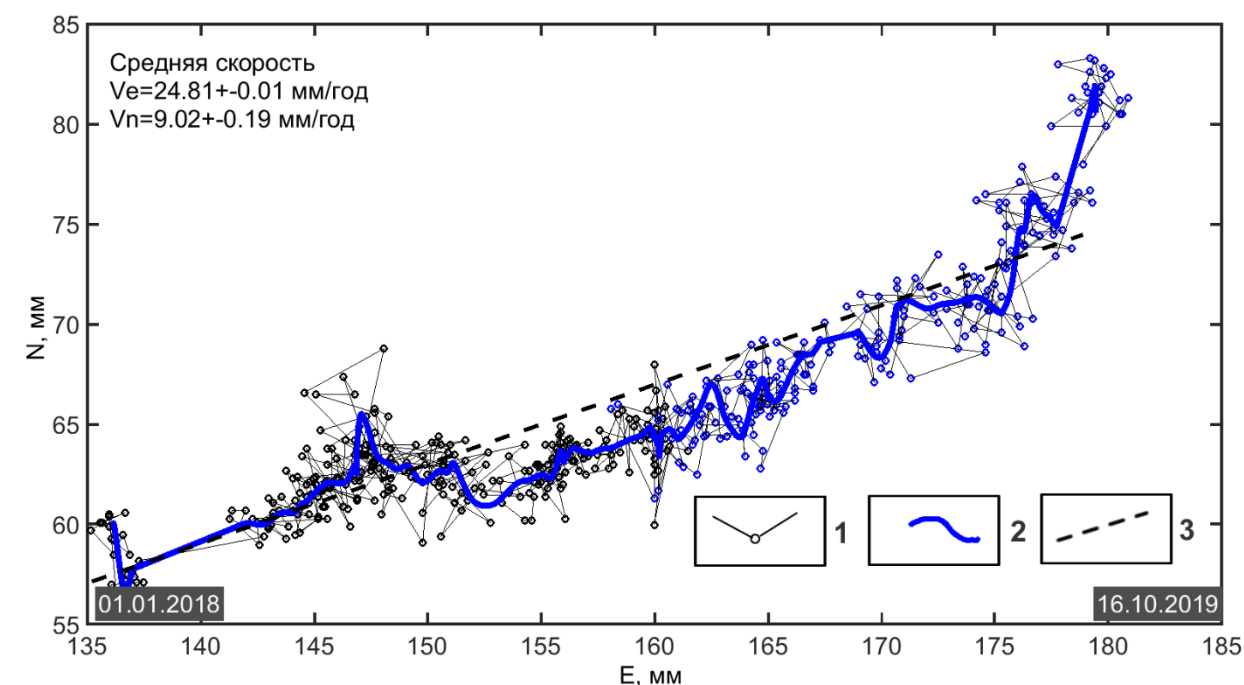


Рис.1.8 Движение пункта Порт-Кавказ в горизонтальной плоскости в 2018-2019 гг.
 Условные обозначения приведены на рис.1.2

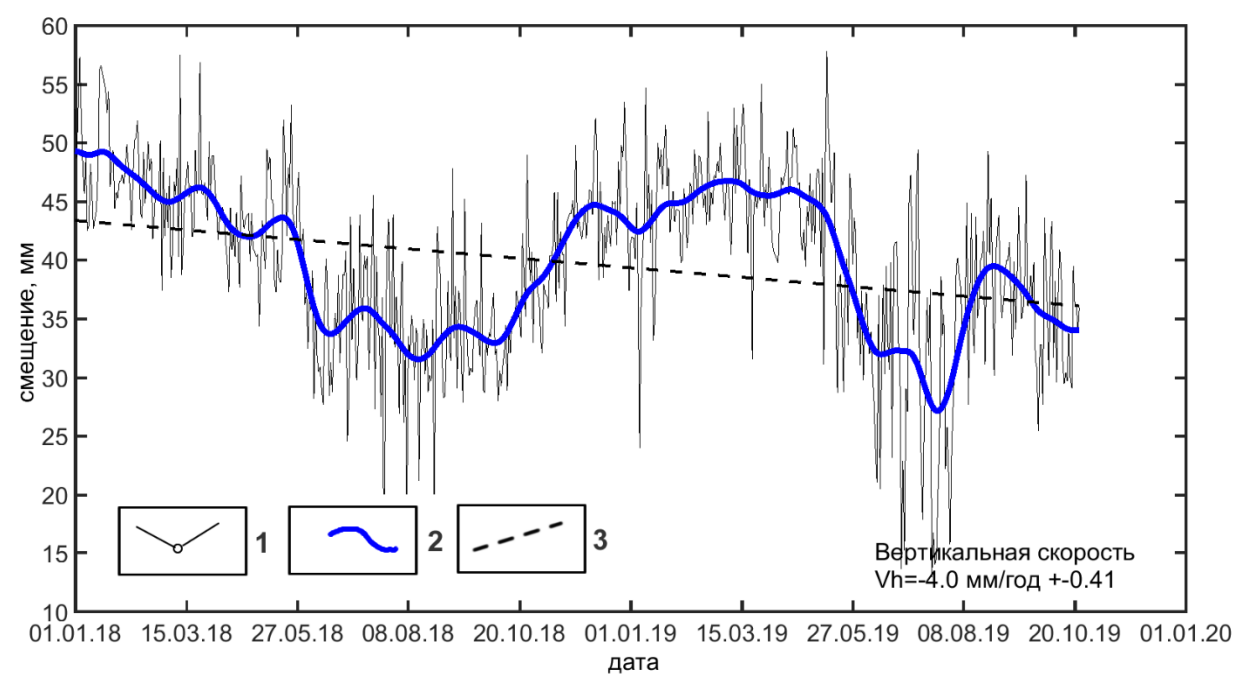


Рис. 1.7 Вертикальное движение СГП Темрюк в 2018-2019 гг.
 Условные обозначения приведены на рис.1.3.

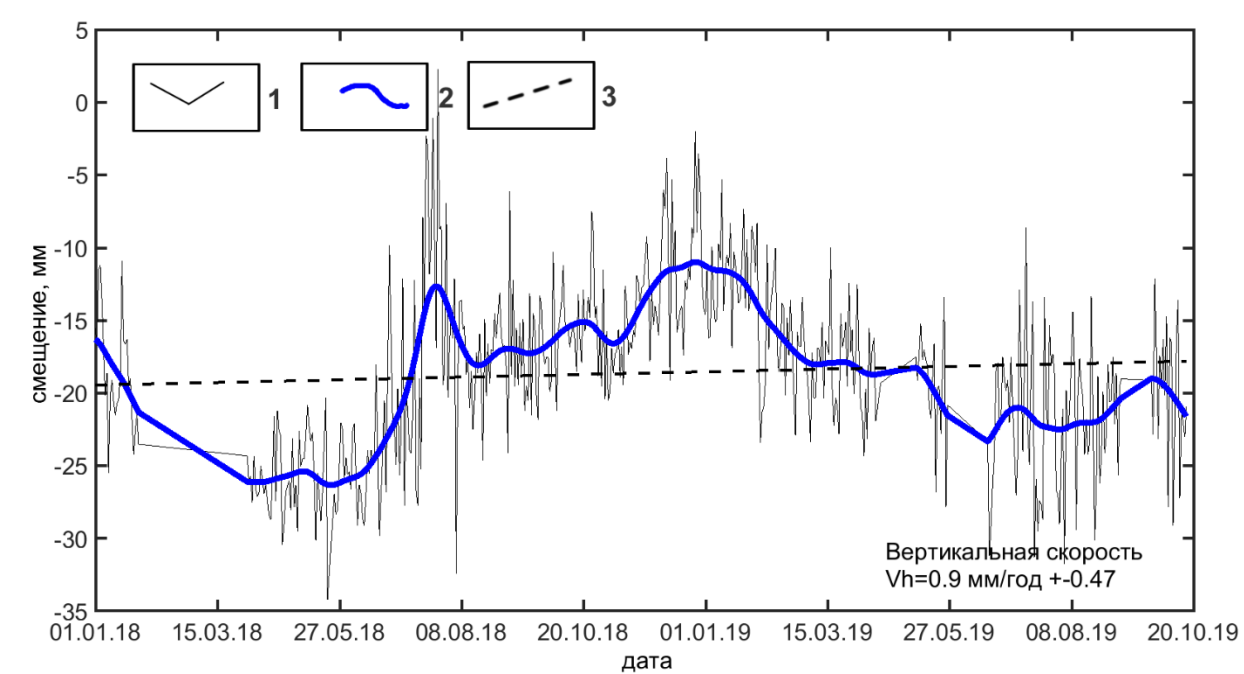


Рис.1.9 Вертикальное движение СГП Порт-Кавказ в 2018-2019 гг.
 Условные обозначения приведены на рис.1.3

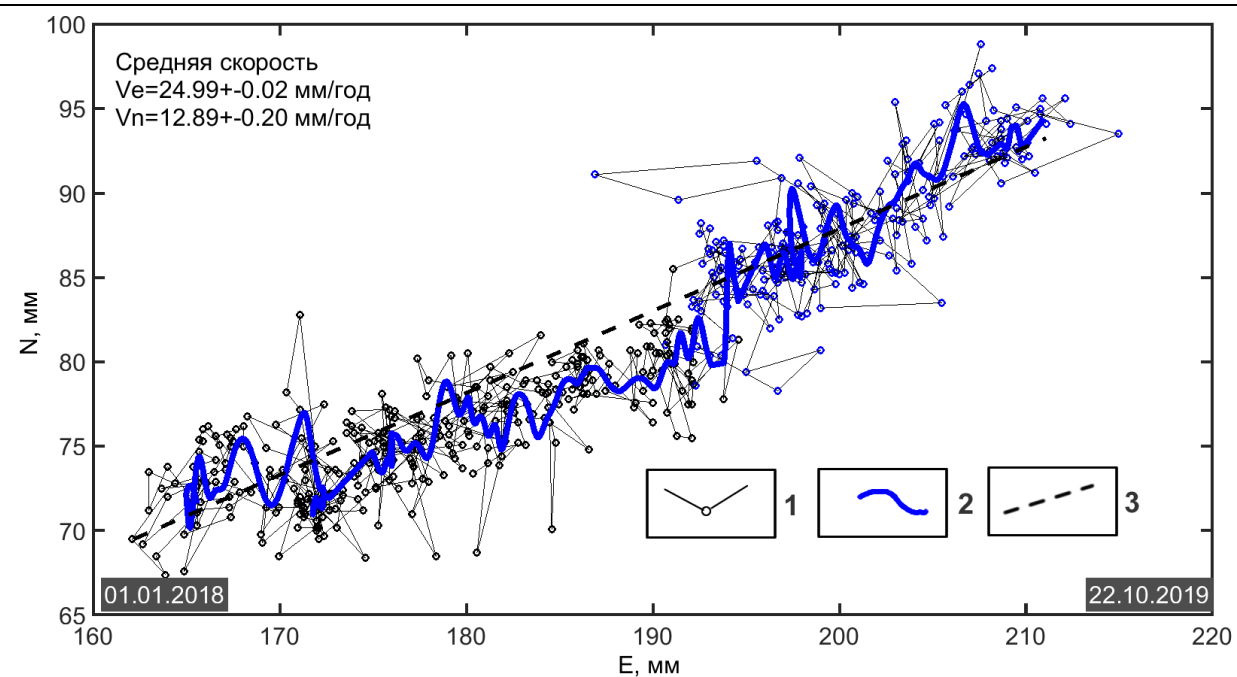


Рис. 1. 10 Движение пункта Эсто-Садок горизонтальной плоскости в 2018-2019 гг.
Условные обозначения приведены на рис.1.2.

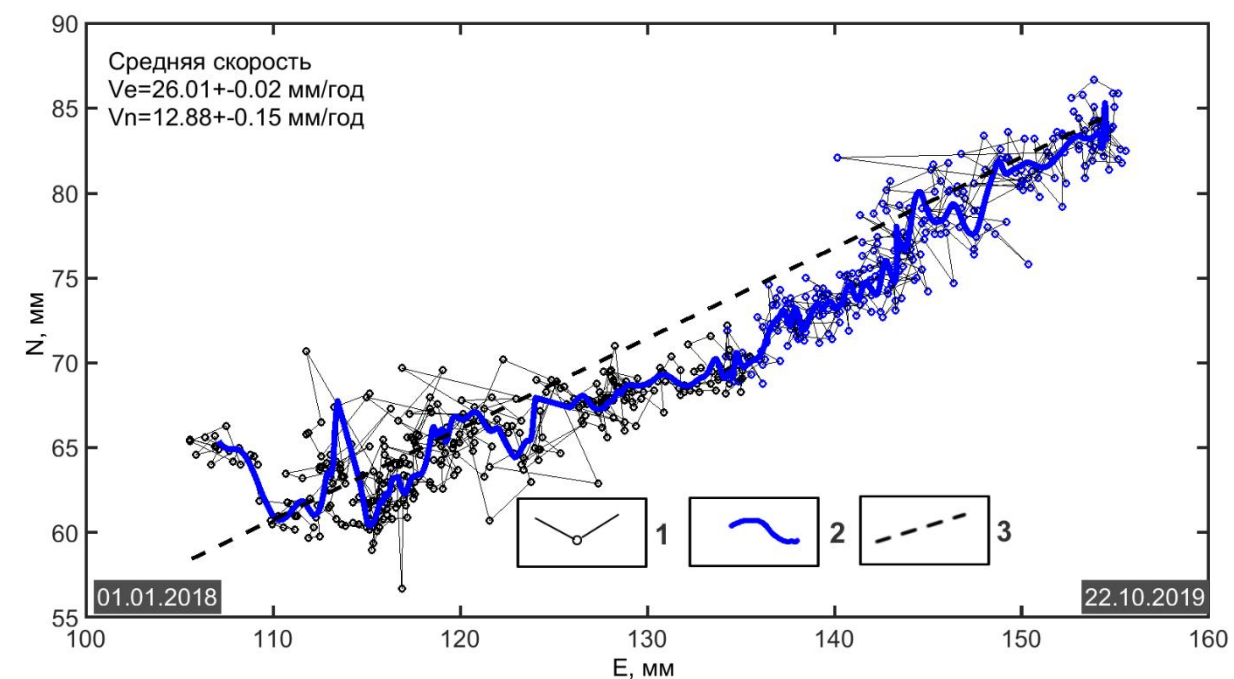


Рис. 1. 12 Движение пункта Адлер и сейсмичность в горизонтальной плоскости в 2018-2019 гг.
Условные обозначения приведены на рис.1.2.

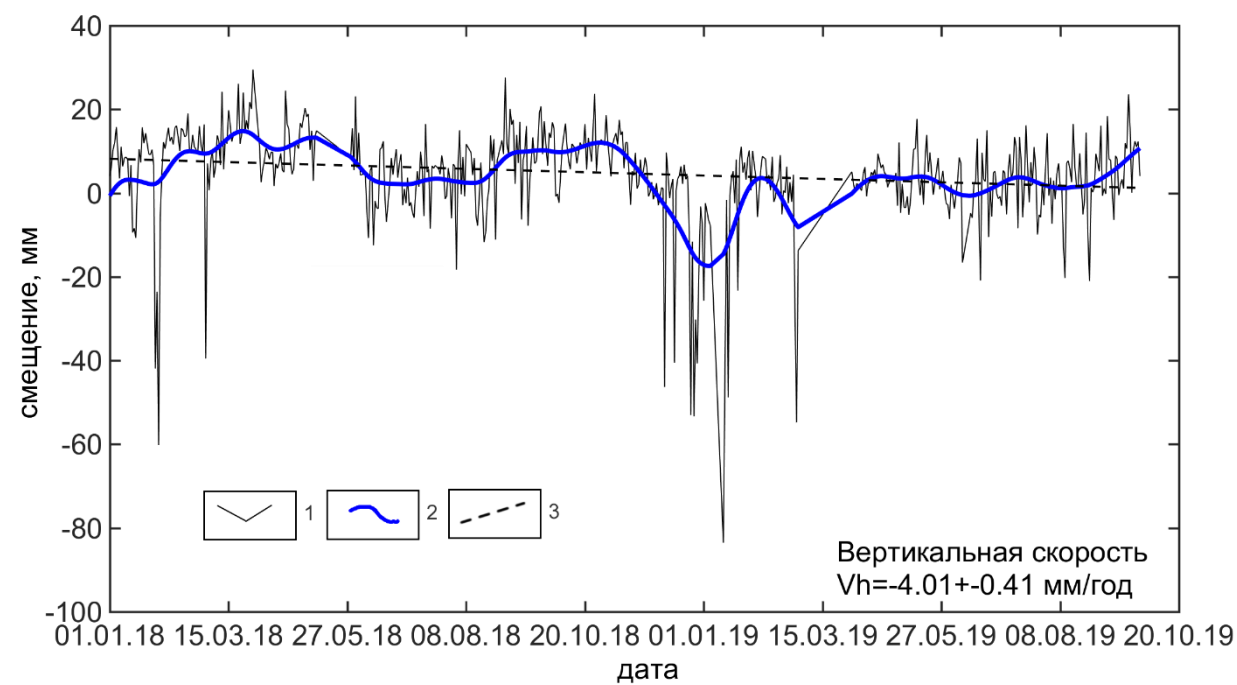


Рис. 1. 11 Вертикальное движение СГП Эсто-Садок и сейсмичность в 2018-2019 гг.
Условные обозначения приведены на рис.1.3.

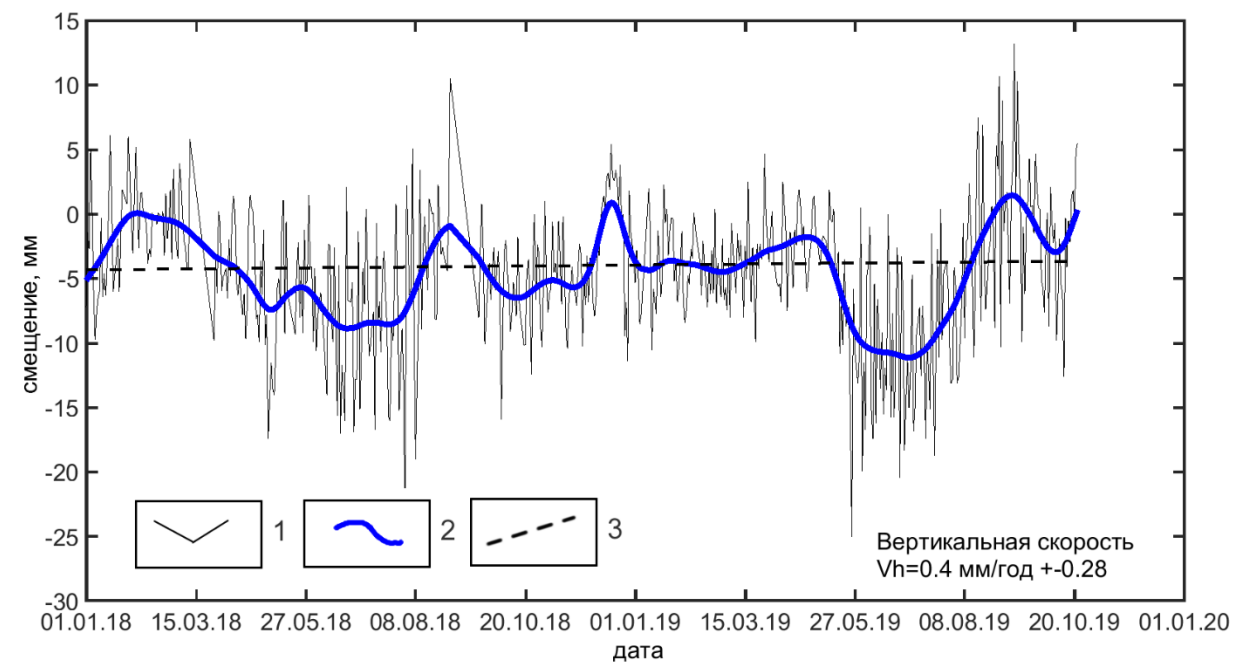


Рис. 1. 13 Вертикальное движение СГП Адлер в 2018-2019 гг.
Условные обозначения приведены на рис.1.3.

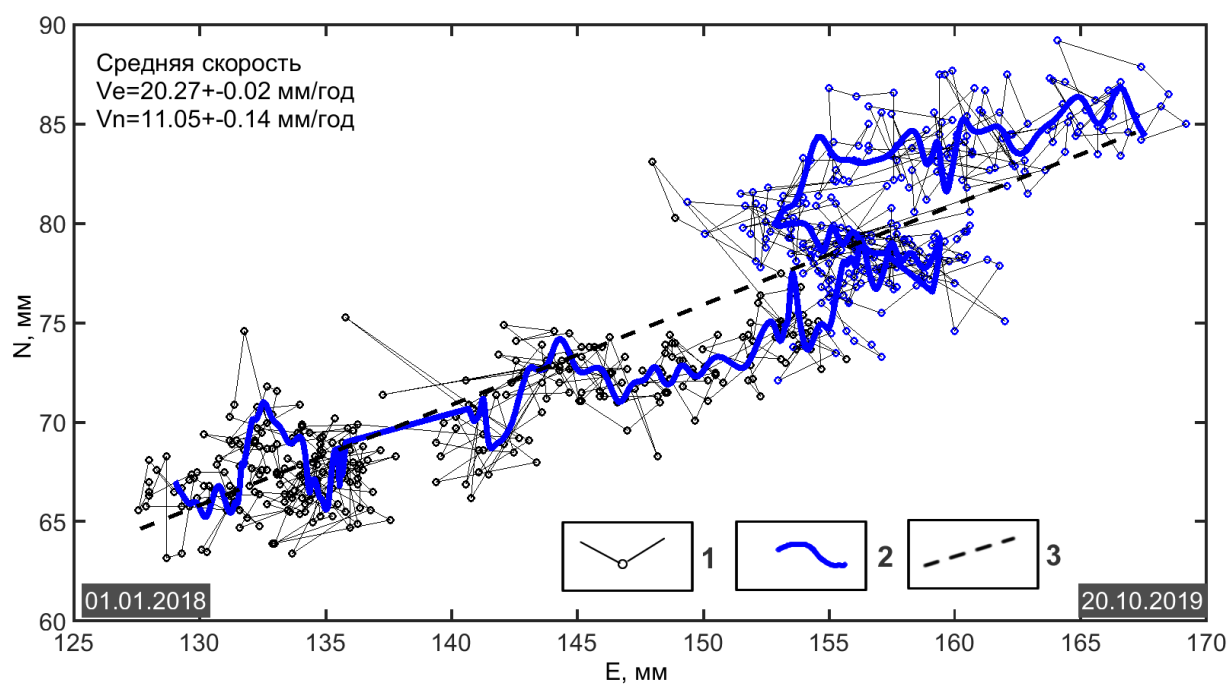


Рис. 1.14 Движение пункта Лесное в горизонтальной плоскости в 2018-2019 гг.
 Условные обозначения приведены на рис.1.2.

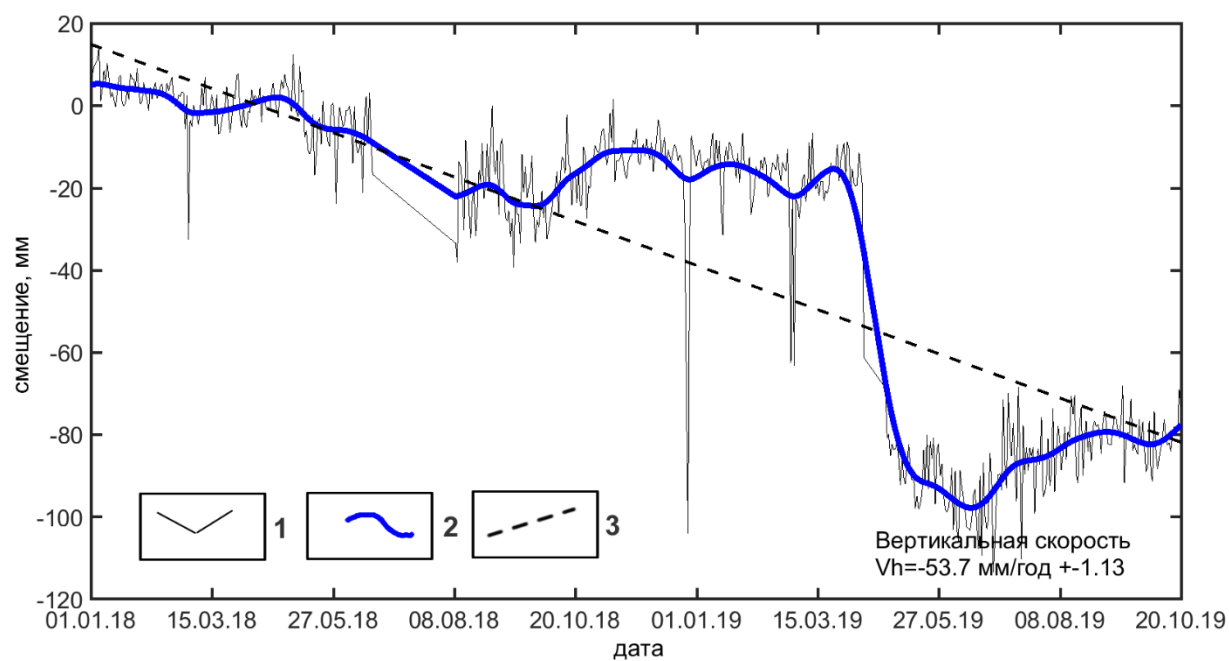


Рис. 1.15 Вертикальное движение СГП Лесное в 2018-2019 гг.
 Условные обозначения приведены на рис.1.3.

1.1.3. Наблюдения за естественным импульсным электромагнитным полем Земли (ЕИЭМПЗ)

Наблюдения за естественным импульсным электромагнитным полем Земли (ЕИЭМПЗ) заключались в непрерывной регистрации интенсивности потока импульсов магнитной составляющей ЕИЭМПЗ на пункте с. Возрождение. Измерения производятся с использованием аппаратного комплекса «Аларм-Сейсмо-002» в четырёх диапазонах частот: F1 (от 6,54 до 7,4 кГц); F2 (от 17,9 до 18,2 кГц); F3 (от 29 до 32 кГц); F4 (от 79 до 82 кГц).

По результатам обработки данных регистратора ЕИЭМПЗ за октябрь текущего года построен график вариаций количества и амплитуды электромагнитных импульсов (Рис. 1.16).

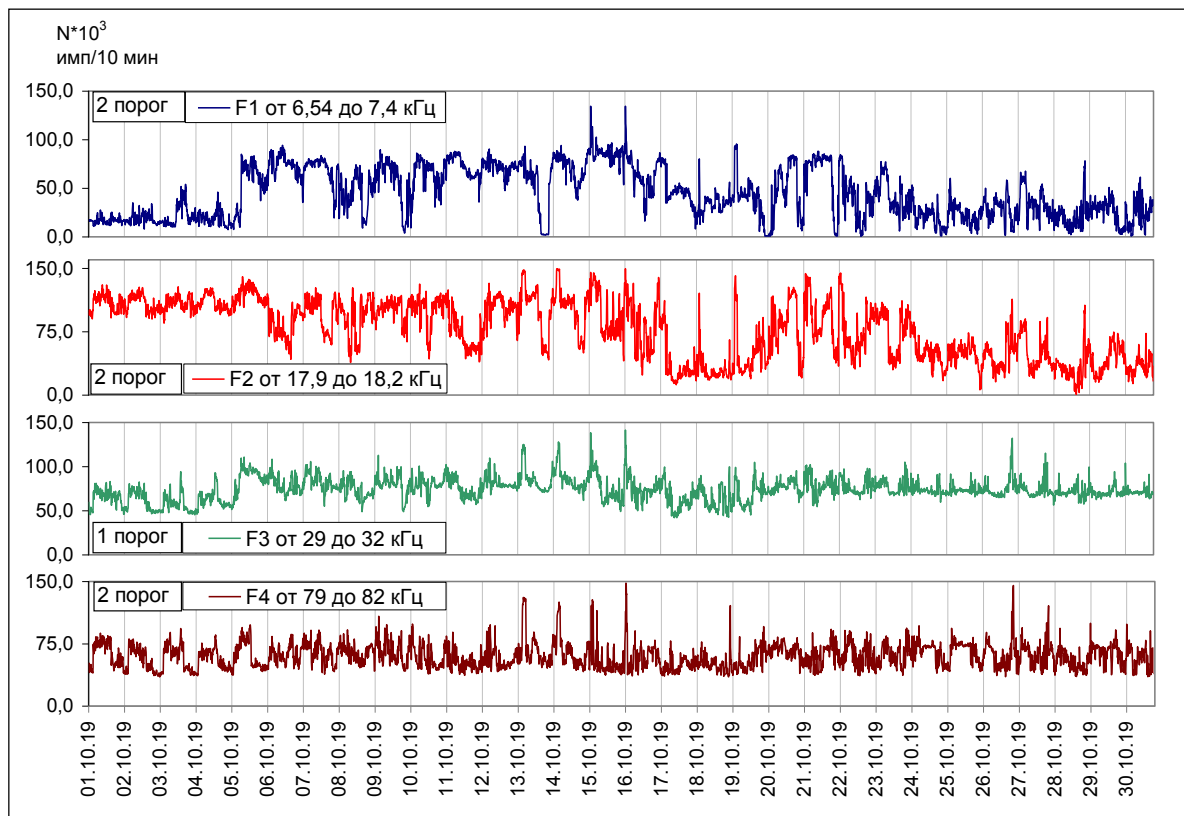


Рис. 1.18 График вариаций количества и амплитуды электромагнитных импульсов на пункте с. Возрождение в октябре 2019 г.

1.1. Измерения параметров газо-гидрогеохимических полей в пределах Северо-Кавказского сейсмоактивного региона

1.1.1. Наблюдения за содержанием гелия

Наблюдения за содержанием гелия в подземных водах за октябрь 2019 г. включали ежесуточный отбор и анализ проб воды на содержание гелия на пяти водопунктах Азовско-Черноморской прибрежной зоны (г. Анапа, г. Геленджик, с. Возрождение, г. Сочи, с. Каткова Щель) и одного пункта Каспийской прибрежной зоны с. Гильяр (республика Дагестан). Содержание гелия определялось в лабораторных условиях, в качестве анализатора применялся индикатор гелия «Ингем-1». Все анализы выполнялись в соответствии с требованиями инструкции к прибору.

Обработка материалов по определению содержания гелия в подземных водах выполнялась в соответствии с «Методическими рекомендациями по режимным наблюдениям за содержанием гелия во флюидах при геодинамических исследованиях и выявлении предвестников землетрясений», Министерство геологии СССР, ВИМС. – М., 1991.

Обработка и интерпретация данных содержания гелия проводилась с применением программы Microsoft Excel. Математическая обработка полученных наблюдательных данных выполняется по единой методике согласно существующим требованиям, обеспечивающим высокую точность и качество аналитических работ, применение компьютерных технологий.

Изменение содержания гелия на пунктах Азовско-Черноморской прибрежной зоны представлены на рисунке 1.19.

1.1.2. Наблюдения за содержанием объемной активности радона

Определение содержания объемной активности радона в октябре 2019 г. осуществлялось на двух пунктах (г. Геленджик, с. Возрождение) методом измерений объемной активности (ОА) радона-222 и количества распадов (торон-220) в околоскважинном пространстве с использованием радиометров радона «RRA-01M-03» (г. Геленджик и с. Возрождение).

Обработка данных мониторинга объемной активности радона в подземных водах проводится путем преобразования с помощью вспомогательной программы «Радон_преобразование», созданной на основе Microsoft Visual Basic для Microsoft Word. Изменения ОА радона и количества распадов (торон-220) на пунктах наблюдений в октябре представлены на рисунке 1.20 (с. Возрождение) и рисунке 1.21 (г. Геленджик).

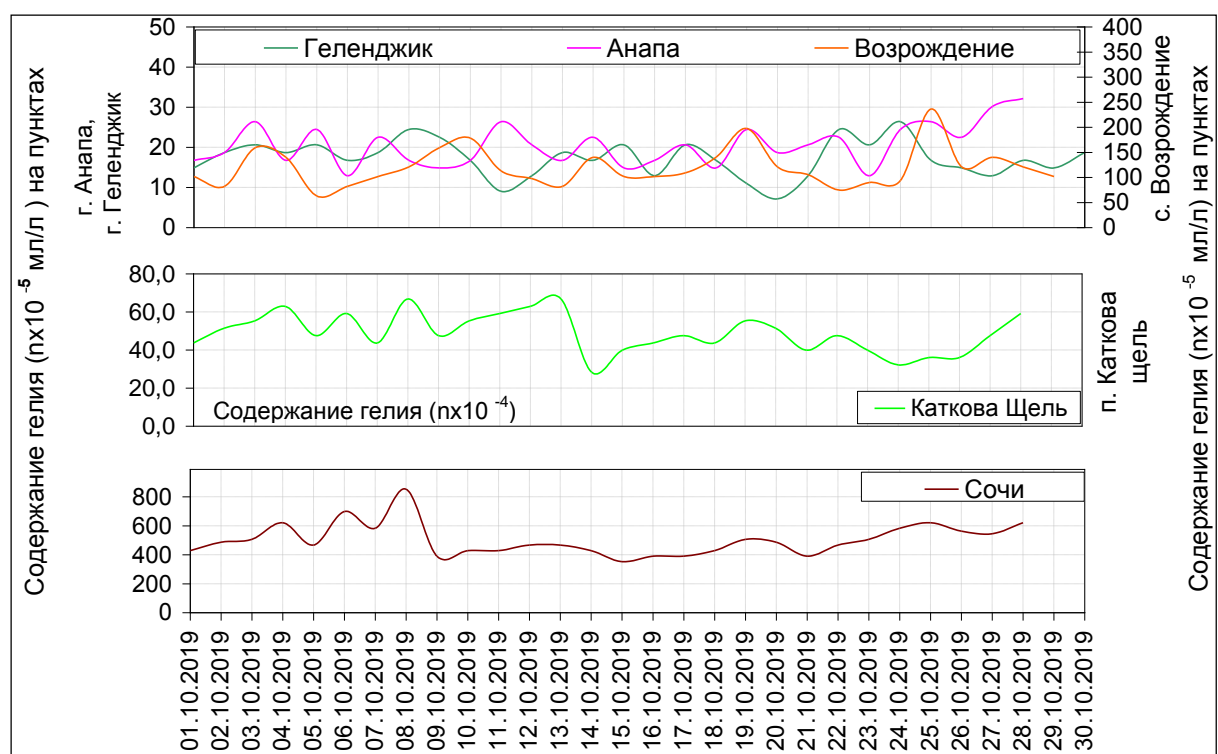


Рис. 1.19 Изменение содержания гелия в подземных водах пунктов Азово-Черноморской прибрежной зоны в октябре 2019 г.

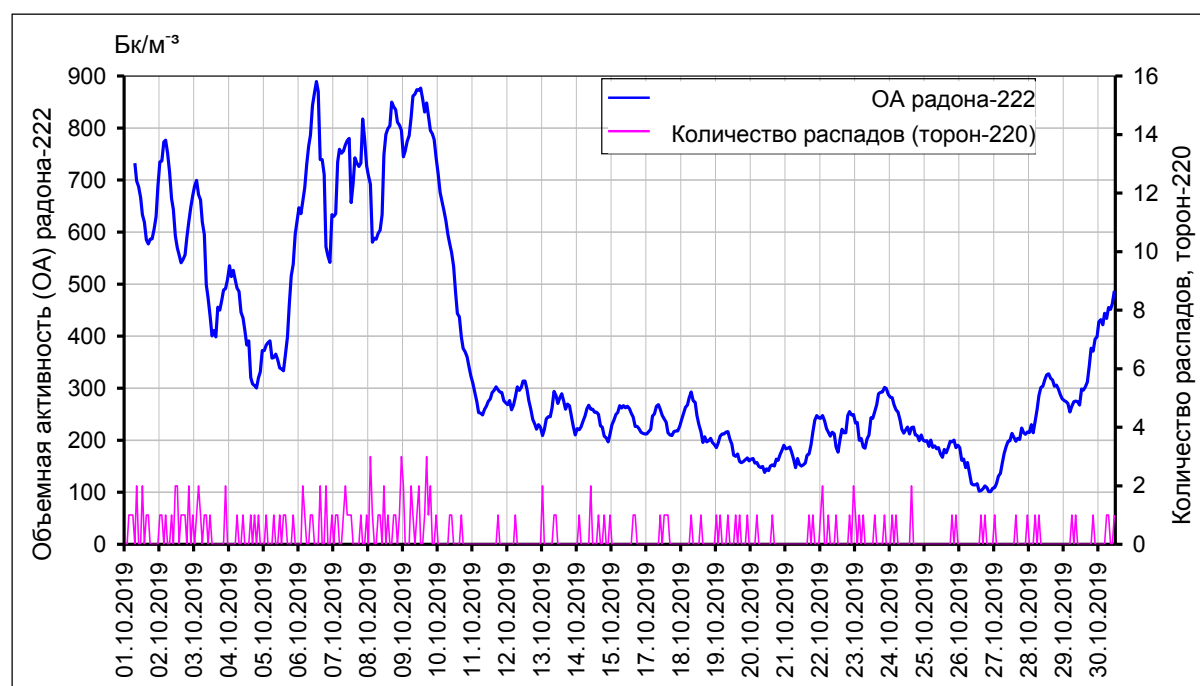


Рис. 1.20 Объемная активность (ОА) радона-222 и количество распадов (торон-220) на пункте с. Возрождение в октябре 2019 г.

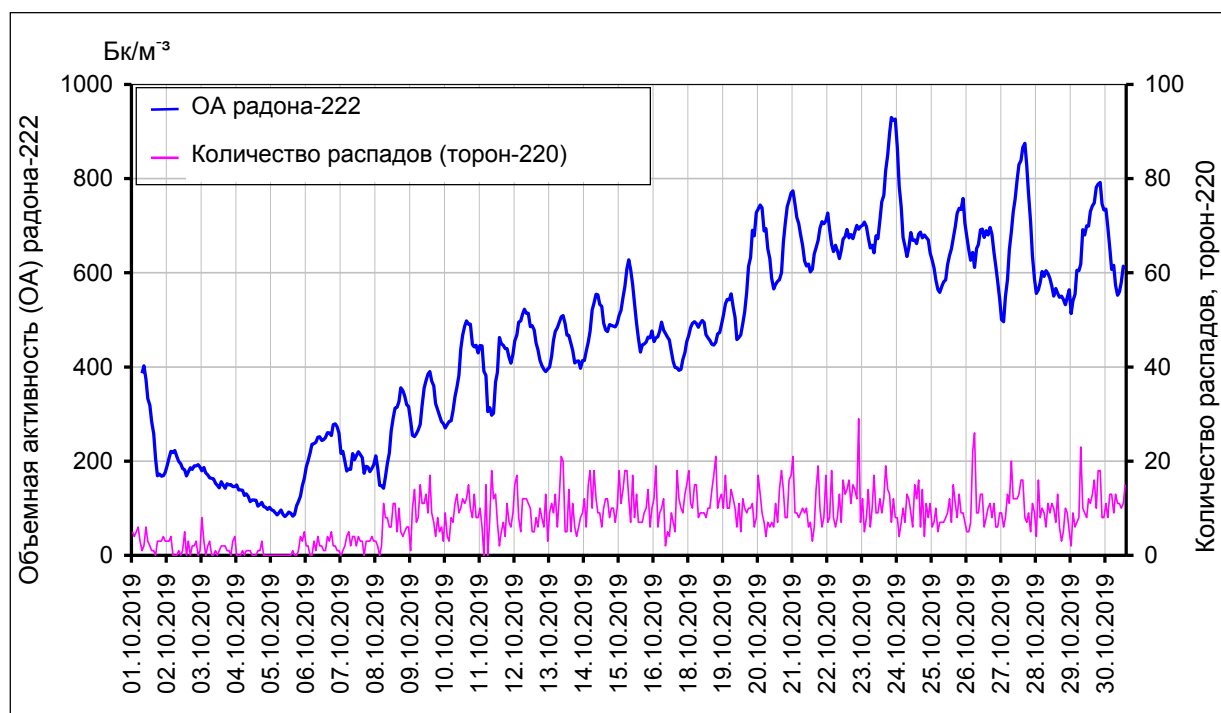


Рис. 1.21 Объемная активность (ОА) радона-222 и количество распадов (торон-220) на пункте г. Геленджик в октябре 2019 г.

2. ОЦЕНКА СЕЙСМОГЕОДИНАМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ И СТЕПЕНИ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ В ПРЕДЕЛАХ АЗОВСКОЙ, ЧЕРНОМОРСКОЙ И КАСПИЙСКОЙ ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО СЕЙСМОАКТИВНОГО РЕГИОНА ЗА ОКТЯБРЬ 2019 ГОДА

Оценка сейсмогеодинамического состояния геологической среды и степени сейсмической опасности в пределах Азовской, Черноморской и Каспийской прибрежных зон Северо-Кавказского сейсмоактивного региона проводилась на основе анализа материалов, полученных в результате наблюдений за геофизическими и газо-гидрогеохимическими полями.

Подготовка материалов к комплексной оценке сейсмогеодинамического состояния геологической среды и степени сейсмической опасности за октябрь 2019 г. включала:

- сбор, анализ, камеральную обработку и обобщение результатов измерений параметров геофизических полей в пределах Азово-Черноморской прибрежной зоны Северо-Кавказского сейсмоактивного региона, в том числе:

- ежесуточные наблюдения за движениями участков земной коры методом спутниковой геодинамики;

- наблюдения за сейсмическими полями путём регистрации сейсмических сигналов в режиме «по обнаружению»;

- наблюдения за естественным импульсным электромагнитным полем Земли методом (ЕИЭМПЗ);

- сбор, анализ, камеральную обработку и обобщение результатов измерений параметров газо-гидрогеохимических полей в пределах Кавказского полигона, в том числе:

- данные определения содержания гелия (%) в подземных водах;

- данные определения объемной активности (ОА) радона ($\text{Бк} \cdot \text{м}^{-3}$).

В октябре 2019 г. на всей территории Азово-Черноморского побережья и в акваториях Чёрного и Азовского морей продолжало сохраняться сейсмическое затишье. Спутниковые геодинамические пункты восточного фрагмента сети проявляли стабильное движение к многолетнему тренду, как в плане, так и по высоте. На западе продолжилось сильно выраженная аномалия плановой траектории к северу пунктов г. Темрюк и г. Порт-Кавказ с проседанием этих пунктов по высоте.

В отчетный период сохраняются аномалии параметров геофизических и газо-гидрогеохимических полей: подъем содержания гелия в подземных водах пункта г. Сочи, рост объемной активности (ОА) радона на пунктах г. Геленджик и с. Возрождение. Геофизические и газо-гидрогеохимические аномалии отмечены в периоды: 11.10.2019-12.10.2019, 16.10.2019-19.10.2019 и с 23.10.2019-24.10.2019.

Общая картина движения пунктов всей сети не даёт основания ожидать усиления сейсмической активности в районе Азово-Черноморского побережья. Вместе с тем аномальное движение СГП Темрюк и Порт-Кавказ указывает на возможную активизацию в ноябре геодинамической активности в районе северного побережья Таманского полуострова или в акватории Азовского моря. В этом районе возможна также активизация грязевого вулканизма.

На основании комплексной оценки, проводимой в соответствии с разработанными критериями и с учетом сезонности, материалов, полученных в результате наблюдений за геофизическими и газо-гидрогеохимическими полями, сейсмогеодинамическое состояние геологической среды в пределах Азово-Черноморской зоны Северо-Кавказского сейсмоактивного региона в октябре 2019 г. характеризуется как слабо активизирующееся.