

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 февраль 2019 г.**

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

Ессентуки, март 2019 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	стр. 4
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.....	5
1. Сейсмическая обстановка на территории Северо-Кавказского сейсмоактивного региона в феврале 2019 г. ....	5
2. Оценка сейсмогеодинамического состояния недр Северо-Кавказского сейсмоактивного региона по данным мониторинга гидрогеодеформационного поля.....	18
3. Оценка сейсмогеодинамического состояния недр Северо-Кавказского сейсмоактивного региона по данным мониторинга геофизических и газо-гидрохимических полей.....	265
4. Комплексная оценка сейсмогеодинамического состояния недр Северо-Кавказского сейсмоактивного региона, включая территорию Сочинского полигона и Эльбрусского сейсмовулканического узла.....	321
4.1 Оценка степени сейсмической опасности на март 2019 г. ....	34
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	42

### СПИСОК РИСУНКОВ В ТЕКСТЕ

Рис. 1 Схема сети мониторинга опасных эндогенных геологических процессов по состоянию на 28.02.2019 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 01.02.2019 г. по 28.02.2019 г. на основе схемы глубинного строения Северного Кавказа.....	10
Рис. 5 Карта-схема сейсмичности по предварительным данным каталога EMSC в период с 01.02.2019 г. по 28.02.2019 г. на основе схемы глубинного строения Северного Кавказа.....	11
Рис. 6 Ежедекадные тренды гидрогеодеформационного поля Северо-Кавказского региона в феврале 2019 г. ....	19
Рис. 7 Схема наблюдательной сети ГГД мониторинга по состоянию на 31.01.2019 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 График вариаций наблюдаемых параметров, коэффициентов корреляции УПВ и Ратм, и ЛСП по скв. 3003 (ст-ца Иркилевская, Краснодарский кр.) за февраль 2019 г. ....	23
Рис. 9 Комплексный график наблюдаемых параметров, коэффициентов корреляции УПВ и Ратм, и ЛСП по скв. 3005 (пос. Санамер, Ставропольский кр.) в феврале 2019 г. в сопоставлении с сейсмичностью в радиусе до 100 км по данным ССД ЕГС РАН .....	23
Рис. 10 Комплексный график вариаций ЭМИ (ЕИЭМПЗ) в период с 01.02 по 28.02.2019 г. ....	26
Рис. 11 Вариации содержания гелия по пункту Сочи в феврале 2019 г. ....	29
Рис. 12 Вариации содержания объемной активности радона по пунктам Геленджик и Возрождение в феврале 2019 г. ....	29
Рис. 13 Вариации содержания гелия в ист. Гильяр (Республика Дагестан) в декабре 2018 г. - феврале 2019 г. в сопоставлении с сейсмичностью по данным ССД ЕГС РАН .....	30

Рис. 14 Вариации содержания гелия по скв. 1-НВ (район КМВ) в январе-феврале 2019 г. в сопоставлении с сейсмичностью по данным ССД ЕГС РАН .....	30
Рис. 15 Графики количества землетрясений (по данным ССД ЕГС РАН), реализовавшихся в феврале конкретного года в период 1991-2019 гг., в Западной, Центральной и Восточной частях Северо-Кавказского региона и прилегающих территориях .....	33
Рис. 16 Сейсмичность Анатолийско-Кавказского региона по данным оперативного каталога ССД ЕГС РАН за период с 01.01.1991 г. до 31.12. 2018 г. ....	35
Рис. 17 Количество регистрируемых ССД ЕГС РАН сейсмических событий в зависимости от магнитуды в Анатолийско-Кавказском регионе с 1991 по 2018 гг.	35
Рис. 18 Количество регистрируемых ССД ЕГС РАН сейсмических событий в зависимости от магнитуды в Кавказском регионе с 1991 по 2018 гг. ....	35
Рис. 19 Количество регистрируемых ССД ЕГС РАН сейсмических событий в Кавказском регионе в зависимости от магнитуды и месяца года с 1991 по 2018 гг. .	34
Рис. 20 График количества землетрясений (по данным ССД ЕГС РАН), реализовавшихся в марте конкретного года в период 1991-2018 гг., в Восточной части Северо-Кавказского региона и прилегающих южных, юго-восточных территориях .....	35
Рис. 21 График количества землетрясений (по данным ССД ЕГС РАН), реализовавшихся в марте конкретного года в период 1991-2018 гг., в Центральной части Северо-Кавказского региона и прилегающих южных территориях .....	36
Рис. 22 График количества землетрясений (по данным ССД ЕГС РАН), реализовавшихся в марте конкретного года в период 1991-2018 гг., в Западной части Северо-Кавказского региона и прилегающей акватории Черного и Азовского морей .....	37
Рис. 23 Диаграмма распределения сейсмической активности в марте в течение предшествующего 28 летнего периода для Западной части Северо-Кавказского региона .....	40
Рис. 24 Карта-схема сейсмичности, зафиксированной в марте по данным каталога ССД ЕГС РАН за период с 1991-2018 гг. относительно элементов тектонического районирования Северного Кавказа .....	41

#### **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 28 февраля 2019 г. ....	12
Таблица 2 Предварительный каталог землетрясений Северо-Кавказского региона и сопредельных территорий по данным EMSC (Европейско-Средиземноморский сейсмологический центр) с 1 по 28 февраля 2019 г. ....	14
Таблица 3 Анализ среднемесячных многолетних данных УПВ по скважинам сети ГГД мониторинга за февраль периода 1990-2018 гг. и текущего февраля 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 февраль 2019 г. (АО «Южморгеология») .....	44
--	----

## ВВЕДЕНИЕ

Работы в феврале 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 феврале 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;

- сбор, предварительная полевая обработка и анализ данных геофизического и газо-гидрогеохимического мониторинга, а также программно-техническому сопровождению указанных работ (см. Информационные записки за февраль 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 феврале 2019 г.**

По предварительным данным оперативного каталога Службы срочных донесений Единой геофизической службы РАН (далее ССД ЕГС РАН, г. Обнинск) в феврале (по

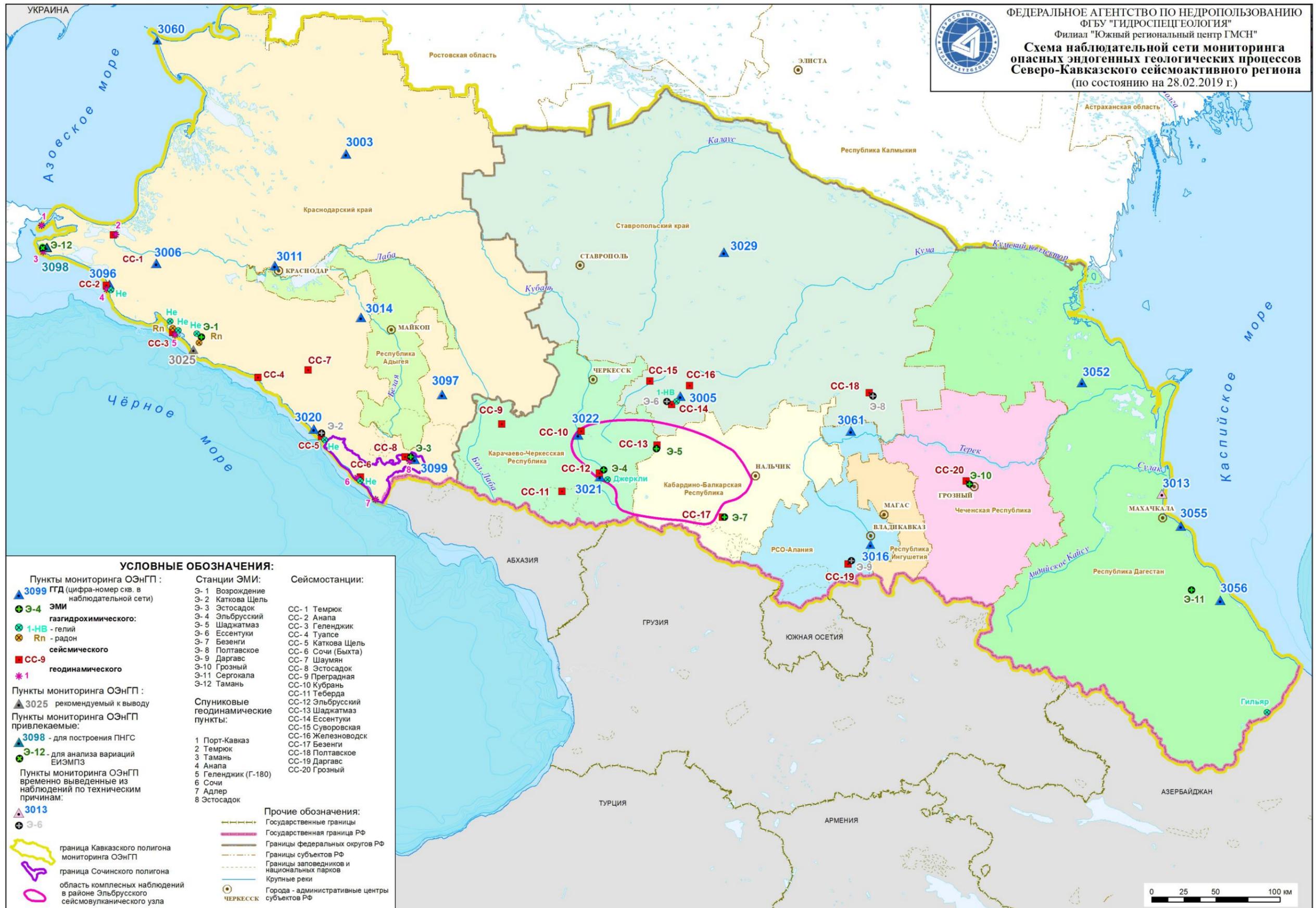


Рис. 1 Схема сети мониторинга опасных эндогенных геологических процессов по состоянию на 28.02.2019 г.

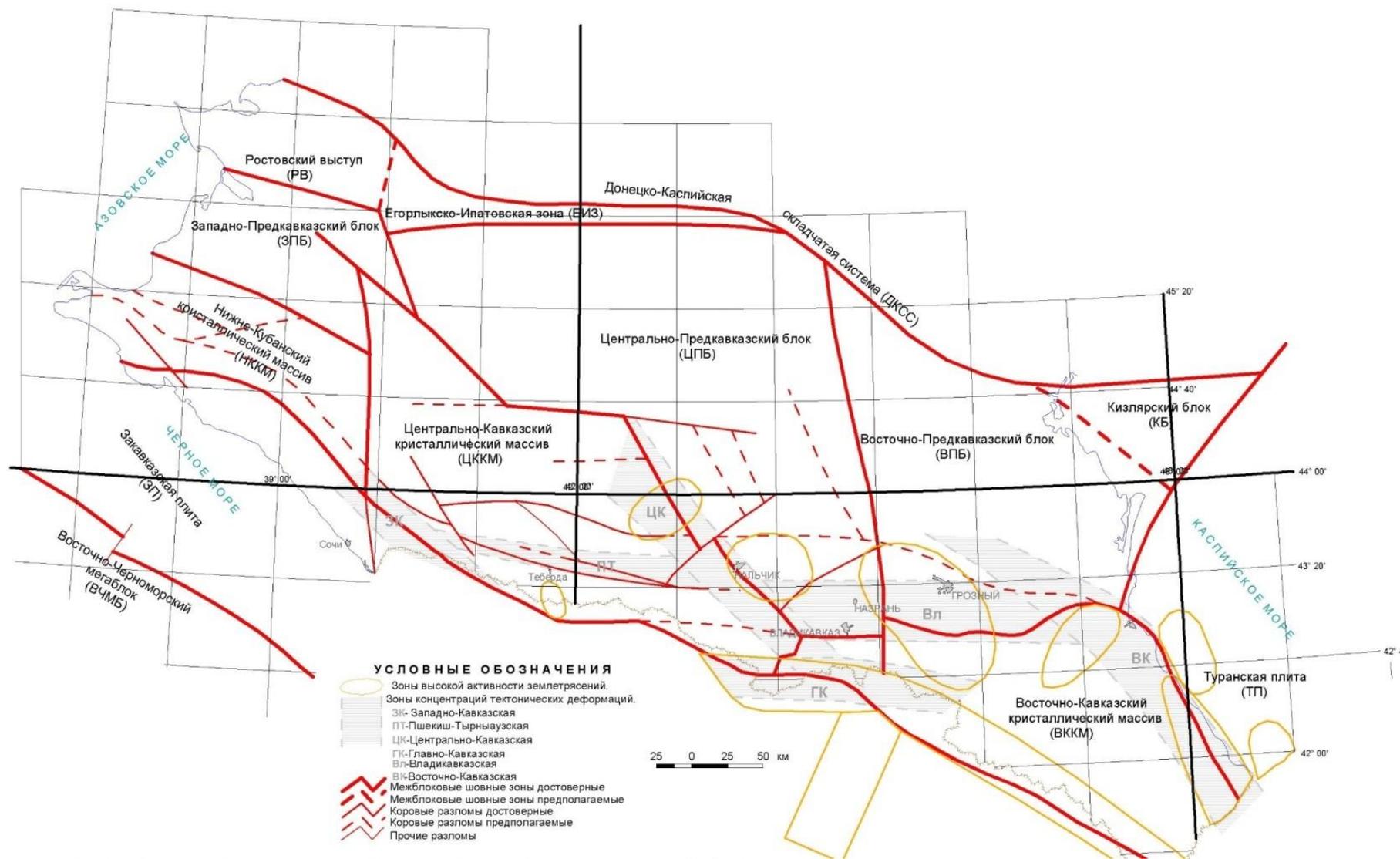


Рис. 2 Схема глубинного строения Северного Кавказа (Греков И. И., Лаврицев В.А, 2009)

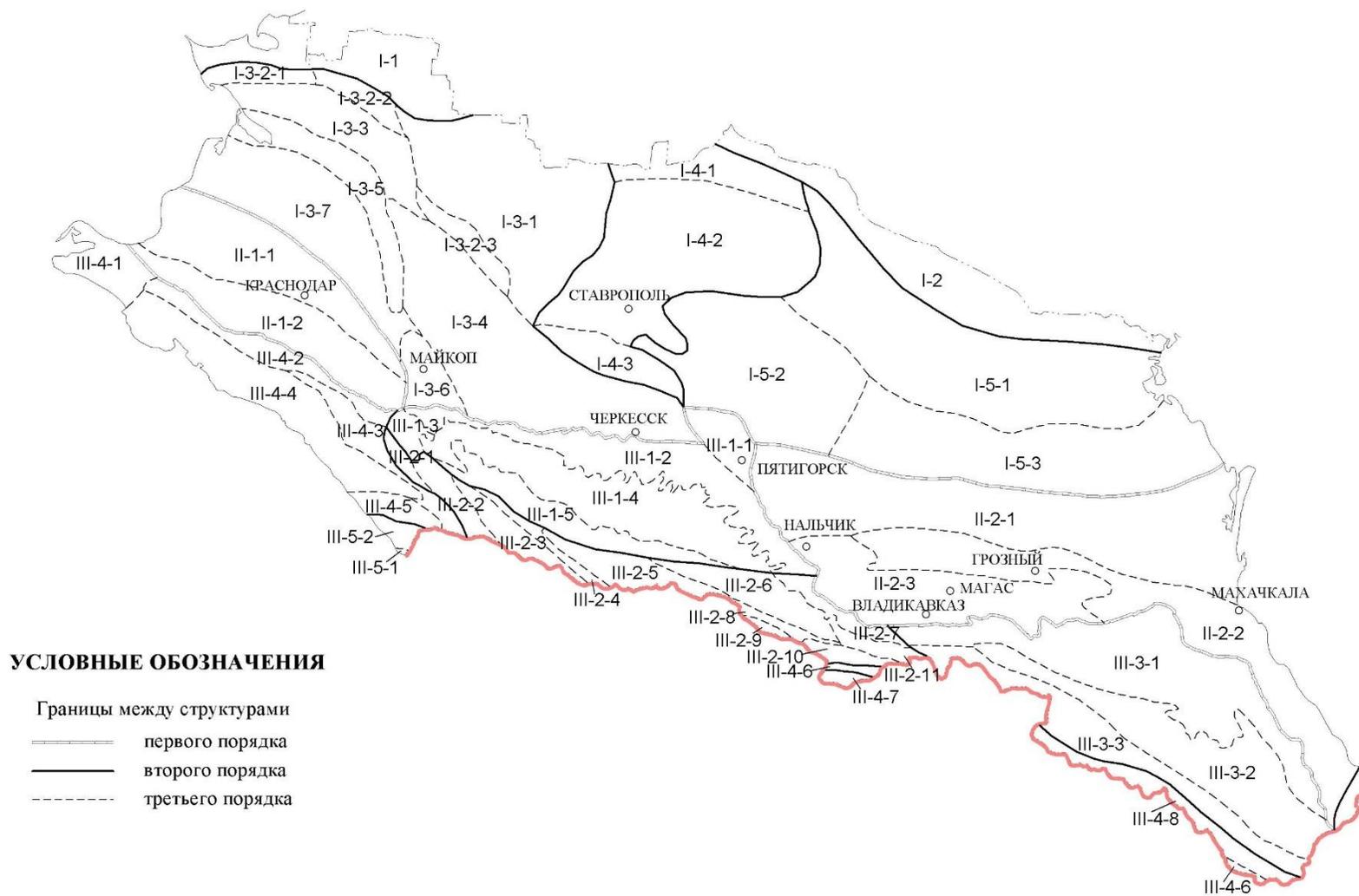


Рис. 3 Схема тектонического районирования Северного Кавказа (альпийский этап) по И.И. Грекову, Г.И. Баранову (1999 г.)

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

### I. Русская платформа и Скифская эпигерцинская плита

- I-1 Ростовское поднятие
- I-2 Зона Маньчских 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 моноклираль
  - 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-2-2 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 моноклираль
  - 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 Моноклираль 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-Ачихининская складчатая зона
  - III-4-4 Новороссийско-Лазаревская складчатая зона
  - III-4-5 Чвежининская 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





Таблица 1

Предварительный каталог землетрясений Северо-Кавказского сейсмоактивного региона и сопредельных территорий  
по данным ССД ЕГС РАН (г. Обнинск) с 1 по 28 февраля 2019 г.

№ п/п	Дата	Время	Lat	Long	Глубина	Магнитуда	Io	Расстояние от эпицентра землетрясения до ближайших скважин	Субъект РФ и др.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Центральная часть Предкавказья и складчато-глыбового сооружения Большого Кавказа</b>									
1	11.02.2019	15:36:03	43,64	43,15	5	3,4	2.5-3	R(2-ю)=34 км, R(3005)=52 км, R(5)=59 км, R(3021)=82 км, R(3022)=102 км, R(3061)=113 км, R(3016)=143 км, R(3029)=162 км, RвЛ = 30 км	Кабардино-Балкарская Республика
2	15.02.2019	13:37:37	43,01	44,49	10	3,5	-	R(3016)=15 км, R(3061)=84 км, R(2-ю)=157 км, R(3005)=173 км, RвЛ = 33 км	Республика Северная Осетия-Алания
3	15.02.2019	16:05:53	43,01	44,49	10	3,7	2-2.5	R(3016)=15 км, R(3061)=84 км, R(2-ю)=157 км, R(3005)=173 км, R(5)=183 км, R(3021)=198 км, RвЛ = 40 км	Республика Северная Осетия-Алания
4	16.02.2019	00:44:31	43,72	43,04	5	3,3	2-2.5	R(2-ю)=23 км, R(3005)=41 км, R(5)=47 км, R(3021)=75 км, R(3022)=91 км, R(3061)=121 км, R(3016)=155 км, R(3029)=155 км, RвЛ = 27 км	Кабардино-Балкарская Республика
5	19.02.2019	11:32:49	43,03	44,51	5	3,1	-	R(3016)=15 км, R(3061)=82 км, R(2-ю)=157 км, RвЛ = 22 км	Республика Северная Осетия-Алания
6	19.02.2019	18:23:26	42,88	44,27	5	3,4	2.5-3	R(3016)=33 км, R(3061)=101 км, R(2-ю)=155 км, R(3005)=171 км, RвЛ = 30 км	Республика Северная Осетия-Алания
<b>Восточная часть Предкавказья и складчато-глыбового сооружения Большого Кавказа</b>									
7	05.02.2019	19:19:53	41,05	48,61	10	4,5	4-4.5	R(3056)=156 км, R(3055)=221 км, R(3013)=250 км, R(3052)=355 км, R(3016)=380 км, R(3061)=443 км, R(2-ю)=551 км, RвЛ = 89 км	Азербайджан
8	05.02.2019	19:31:35	41,07	48,63	10	5,2	5.5-6	R(3056)=154 км, R(3055)=219 км, R(3013)=248 км, R(3052)=353 км, R(3016)=380 км, R(3061)=443 км, R(2-ю)=551 км, R(3005)=566 км, R(5)=576 км, RвЛ = 178 км	Азербайджан
9	06.02.2019	02:25:49	40,62	48,52	10	4,0	3	R(3056)=199 км, R(3055)=264 км, R(3013)=292 км, R(3052)=396 км, RвЛ = 54 км	Азербайджан
10	07.02.2019	06:04:42	43,3	45,81	60	3,3	-	R(3016)=99 км, R(3052)=110 км, R(3061)=113 км, R(3013)=135 км, RвЛ = 27 км	Чеченская Республика
11	11.02.2019	15:29:30	40,72	48,79	5	4,2	4.5-5	R(3056)=195 км, R(3055)=260 км, R(3013)=289 км, RвЛ = 66 км	Азербайджан
12	16.02.2019	06:04:52	42,21	48,01	10	3,7	2-2.5	R(3056)=18 км, R(3055)=83 км, R(3013)=112 км, R(3052)=218 км, RвЛ = 40 км	Республика Дагестан
13	17.02.2019	19:21:55	42,34	48,71	10	3,8	2.5-3	R(3056)=63 км, R(3055)=107 км, R(3013)=133 км, R(3052)=236 км, RвЛ = 44 км	Каспийское море
14	23.02.2019	10:44:44	42,81	46,3	10	3,7	2-2.5	R(3013)=101 км, R(3055)=107 км, R(3016)=132 км, R(3052)=136 км, R(3056)=139 км, R(3061)=176 км, R(2-ю)=292 км, R(3005)=305 км, R(5)=316 км, RвЛ = 40 км	Республика Дагестан
15	23.02.2019	10:47:22	42,79	46,31	10	3,3	-	R(3013)=101 км, R(3055)=106 км, R(3016)=133 км, R(3056)=137 км, R(3052)=138 км, R(3061)=178 км, RвЛ = 27 км	Республика Дагестан

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16	26.02.2019	02:40:53	43,05	46,61	10	3,4	-	R(3013)=70 км, R(3055)=83 км, R(3052)=104 км, R(3056)=130 км, R(3016)=156 км, R(3061)=183 км, R <sub>ВЛ</sub> = 30 км	Республика Дагестан
<i>территория Закавказья</i>									
17	19.02.2019	10:59:10	41,21	43,69	5	3,8	3.5-4	R(3016)=210 км, R(3021)=289 км, R(3061)=292 км, R <sub>ВЛ</sub> = 44 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 28 февраля 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
<b>Центральная часть Предкавказья и складчато-глыбового сооружения Большого Кавказа</b>									
1	11.02.2019	15:36:03	43,64	43,15	5	3,4	mb	R(2-ю)=34 км, R(3005)=52 км, R(5)=59 км, R(3021)=82 км, R(3022)=102 км, R(3061)=113 км, R(3016)=143 км, R(3029)=162 км, , Rвл = 30 км	Кабардино-Балкарская Республика
2	15.02.2019	13:37:37	43,01	44,49	10	3,5	mb	R(3016)=15 км, R(3061)=84 км, R(2-ю)=157 км, R(3005)=173 км, R(5)=183 км, R(3021)=198 км, Rвл = 33 км	Республика Северная Осетия-Алания
3	15.02.2019	16:05:54	43,1	44,53	2	3,2	ML	R(3016)=19 км, R(3061)=74 км, R(2-ю)=153 км, Rвл = 24 км	Республика Северная Осетия-Алания
4	16.02.2019	00:44:31	43,72	43,04	5	3,3	mb	R(2-ю)=23 км, R(3005)=41 км, R(5)=47 км, R(3021)=75 км, R(3022)=91 км, R(3061)=121 км, R(3016)=155 км, R(3029)=155 км, Rвл = 27 км	Кабардино-Балкарская Республика
5	19.02.2019	11:32:49	43,03	44,51	5	3,1	mb	R(3016)=15 км, R(3061)=82 км, R(2-ю)=157 км, Rвл = 22 км	Республика Северная Осетия-Алания
6	19.02.2019	18:23:26	42,88	44,27	5	3,4	mb	R(3016)=33 км, R(3061)=101 км, R(2-ю)=155 км, R(3005)=171 км, Rвл = 30 км	Республика Северная Осетия-Алания
<b>Восточная часть Предкавказья и складчато-глыбового сооружения Большого Кавказа</b>									
7	05.02.2019	19:19:55	40,77	48,51	10	4,4	mb	R(3056)=183 км, R(3055)=248 км, R(3013)=276 км, R(3052)=381 км, R(3016)=392 км, Rвл = 80 км	Азербайджан
8	05.02.2019	19:31:38	40,78	48,46	8	5,1	Mw	R(3056)=181 км, R(3055)=245 км, R(3013)=274 км, R(3052)=378 км, R(3016)=388 км, R(3061)=456 км, R(2-ю)=560 км, Rвл = 162 км	Азербайджан
9	05.02.2019	19:37:24	40,75	48,51	10	3,4	ML	R(3056)=185 км, R(3055)=250 км, Rвл = 30 км	Азербайджан
10	05.02.2019	22:34:05	40,77	48,5	10	3	ML	R(3056)=183 км, Rвл = 20 км	Азербайджан
11	06.02.2019	02:25:51	40,78	48,49	9	4	mb	R(3056)=182 км, R(3055)=246 км, R(3013)=275 км, Rвл = 54 км	Азербайджан
12	07.02.2019	06:04:42	43,21	45,89	40	3,2	mb	R(3016)=102 км, R(3052)=113 км, R(3061)=124 км, R(3013)=127 км, R(3055)=143 км, R(3056)=188 км, Rвл = 24 км	Чеченская Республика
13	09.02.2019	16:35:09	40,73	48,54	11	2,9	ML	Rвл = 18 км	Азербайджан
14	11.02.2019	15:29:33	40,77	48,49	13	4,0	mb	R(3056)=183 км, R(3055)=247 км, R(3013)=276 км, R(3052)=380 км, Rвл = 54 км	Азербайджан
15	16.02.2019	06:04:52	42,21	48,01	10	3,7	mb	R(3056)=18 км, R(3055)=83 км, R(3013)=112 км, R(3052)=218 км, R(3016)=280 км, Rвл = 40 км	Республика Дагестан
16	17.02.2019	19:21:55	42,34	48,71	10	3,8	mb	R(3056)=63 км, R(3055)=107 км, R(3013)=133 км, R(3052)=236 км, R(3016)=331 км, Rвл = 44 км	Каспийское море
17	23.02.2019	10:44:44	42,81	46,3	10	3,7	mb	R(3013)=101 км, R(3055)=107 км, R(3016)=132 км, R(3052)=136 км, R(3056)=139 км, R(3061)=176 км, R(2-ю)=292 км, R(3005)=305 км, Rвл = 40 км	Республика Дагестан

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
18	23.02.2019	10:47:22	42,79	46,31	10	3,3	mb	R(3013)=101 км, R(3055)=106 км, R(3016)=133 км, R(3056)=137 км, R(3052)=138 км, R(3061)=178 км, RвЛ = 27 км	Республика Дагестан
19	26.02.2019	02:40:53	43,05	46,61	10	3,4	mb	R(3013)=70 км, R(3055)=83 км, R(3052)=104 км, R(3056)=130 км, R(3016)=156 км, R(3061)=183 км, RвЛ = 30 км	Республика Дагестан
<b><i>территория Закавказья</i></b>									
20	05.02.2019	07:42:14	40,91	42,65	4	2,1	ML	RвЛ = 8 км	Турция
21	09.02.2019	23:00:31	41,73	41,94	21	2,5	ML	RвЛ = 12 км	Грузия
22	14.02.2019	16:45:46	40,93	42,66	10	2,4	ML	RвЛ = 11 км	Турция
23	19.02.2019	10:59:09	41,28	43,62	10	3,0	ML	RвЛ = 20 км	Грузия
24	25.02.2019	21:18:15	40,55	42,54	7	3,2	ML	RвЛ = 24 км	Турция

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

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

состоянию на 01.03.2019 г.) на территории Предкавказья, Большого Кавказа и прилегающих акваториях Азовского, Чёрного и Каспийского морей зафиксировано 16 землетрясений, в том числе, 15 событий слабых и умеренных энергий с магнитудами ( $m_b$ ) от 3.1 до 3.8 (рис. 4, табл. 1). Серия землетрясений (4 события) относительно высоких энергий (в том числе одно землетрясение 05.02.2019 г. с  $m_b=5.2$ ) в начале февраля была зафиксирована на Юго-Восточном Кавказе на территории Азербайджана. По данным ССД ЕГС РАН, два землетрясения, сначала форшок с  $m_b=4.5$ , а через несколько минут главный толчок ( $m_b=5.2$ ) были зафиксированы на границе Шахдаг-Хызынской зоны Бокового хребта и Кусаро-Дичиинского прогиба. Еще два землетрясения, реализовавшиеся 06.02.2019 г. ( $m_b=4.0$ ) и 11.02.2019 г. ( $m_b=4.2$ ) были локализованы в пределах т.н. Шамахинской очаговой области Азербайджана, на границе Загатало-Говдагской зоны Южного склона Большого Кавказа и Шамахи-Гобустанской подзоны.

По данным ССД ЕГС РАН на прилегающей территории Закавказья в области складчатых зон Малого Кавказа в феврале зарегистрировано 1 землетрясение умеренной энергии ( $m_b = 3.8$ ), реализовавшееся (19.02.2019 г.) на юге Грузии, на границе Артвинско-Болнисской и Локско-Карабахской тектонических зон.

По данным каталога ССД ЕГС РАН гипоцентры большинства событий, зарегистрированных в феврале на территории Большого Кавказа и Предкавказья располагались в верхней части земной коры (5-10 км). В отчетном месяце (07.02.2019 г.) было зафиксировано лишь одно относительно глубокофокусное ( $h=60$  км) землетрясение с эпицентром, локализованным в центральной части территории Чеченской Республики, в пределах тектонической зоны Терско-Каспийского прогиба (на границе Терско-Сунженской зоны осевой складчатости и Предгорной зоны локальных впадин).

По данным каталога ССД ЕГС РАН 2 (рис. 4, табл. 1) основная сейсмическая активность проявилась в пределах Восточной части территории Предкавказья и складчато-глыбового сооружения Большого Кавказа, где было зарегистрировано 10 землетрясений (9 слабых и умеренных энергий с магнитудами ( $m_b$ ) от 3.1 до 4.5 и одно землетрясение с  $m_b=5.2$ ).

В региональном плане, большинство землетрясений реализовалось вдоль северной, восточной и юго-восточной шовных границ Восточно-Кавказского кристаллического массива.

В Центральном сегменте складчато-глыбового сооружения Большого Кавказа и Предкавказья, сейсмическая активность проявилась во вторую декаду февраля 2019 г. реализацией (11.02.2019 г.) землетрясения слабой ( $m_b=3.4$ ) энергии на северо-западе территории Кабардино-Балкарской Республики (тектонический узел на пересечении Баксанского и Армави́ро-Невинномы́сского глубинных разломов). В этой же зоне, на пересечении Армави́ро-Невинномы́сского и т.н. Срединного разломов, 16.02.2019 г. было зарегистрировано еще одно землетрясение слабой энергии ( $m_b=3.3$ ).

Затем, 15.02.2019 г. серия из 2-х землетрясений слабой ( $m_b=3.5$ ) и умеренной ( $m_b=3.7$ ) энергии была зафиксирована на территории Республики Северная-Осетия, на южном фланге Осетинской впадины Терско-Каспийского прогиба, в зоне влияния т.н. Владикавказского глубинного разлома. В этой очаговой области 19.02.2019 г. было зафиксировано еще одно сейсмическое событие слабой энергии ( $m_b=3.1$ ). Через несколько часов землетрясение слабой силы ( $m_b=3.4$ ) было зарегистрировано в горной части территории Республики Северная-Осетия, в районе т.н. Дигоро-Осетинской тектонической зоны.

По данным каталога EMSC (Европейско-Средиземноморский сейсмологический центр), на рассматриваемой территории Большого Кавказа и Предкавказья зафиксированы (рис. 5, табл. 2) 19 сейсмических событий.

Для территории Предкавказья и складчато-глыбового сооружения Большого Кавказа в каталоге EMSC приведены все вышеописанные землетрясения по данным ССД ЕГС РАН. При этом по данным EMSC на территории Азербайджана дополнительно было

зарегистрировано еще 3 афтершока (два – 05.02.2019 г. и один – 09.02.2019 г.) слабой энергии (ML от 2.9 до 3.4). При этом по данным EMSC все землетрясения (в том числе самое сильное с Mw =5.1) были локализованы в пределах т.н. Шамахинской очаговой области Азербайджана, на границе Загатало-Говдагской зоны Южного склона Большого Кавказа и Шамахи-Гобустанской подзоны (рис. 5).

На рассматриваемой прилегающей территории Закавказской межгорной области и складчатых зон Малого Кавказа по данным каталога EMSC зафиксировано 5 землетрясений слабых энергий. Два из них реализовались на территории Грузии (09.02.2019 г. и 19.02.2019 г.) с магнитудами (ML) от 2.5 до 3.0 (рис. 5, табл. 2), последнее также приведено и в каталоге ССД ЕГС РАН. Также в каталоге EMSC приведены три землетрясения слабой энергии, реализовавшиеся на северо-востоке Турции.

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

По точкам регистрации на Центральном Кавказе 05.02.2019 г. было зафиксировано местное землетрясение на пунктах Кубрань, Теберда, Шаджатмаз и Преградная, реализовавшееся на северо-западе территории Карачаево-Черкесской Республики (по данным предварительной локализации в пределах зоны моноклинали Центрального Кавказа (в зоне влияния т.н. Черкесского глубинного разлома).

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 в **феврале 2019 г.** произошло в *Восточной части* Кавказского региона (Предкавказье, складчато-глыбовое сооружение Большого Кавказа и прилегающая акватория Каспийского моря), где было зафиксировано 13 землетрясений слабой и умеренной энергии (из них 5 на территории *Восточной части* Северного Кавказа).

В *Центральной части* Кавказского региона (Предкавказье, складчато-глыбовое сооружение Большого Кавказа) было зафиксировано 7 землетрясений слабых и умеренных энергий (из них все 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 сейсмовулканического узла* сейсмическая активность зафиксирована в связи с реализацией двух землетрясений слабой энергии в тектоническом узле на пересечении Армавиرو-Невинномыского, Баксанского и Срединного разломов.

В *Западной части* Кавказского региона, в том числе в пределах *Сочинского полигона*, в феврале землетрясений зарегистрировано не было (рис. 4-5, табл. 1-2).

Количество сейсмических событий, зарегистрированных в **феврале 2019 г.** (ССД ЕГС РАН, EMSC, «ЮРЦ ГМСН») на территории Восточного сегмента Кавказа и Предкавказья несколько превысило уровень средних значений фона для последних 28 лет, за счет серии афтершоков после реализации 05.02.2019 г. землетрясения относительно высокой энергии (mb=5.2) на территории Азербайджана.

В *Центральной части* Кавказского региона количество землетрясений было на уровне фоновых значений для последних 5-8 лет.

В *Западной части* региона **февраль 2019 г.**, характеризовался сейсмическим затишьем.

При этом нужно отметить продолжение слабой активизации, зафиксированной в августе-декабре 2018 года и январе 2019 г. на территории Малого Кавказа.

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

В феврале 2019 г. ГГД-мониторинг проводился по 19 наблюдательным скважинам (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 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 режимообразующими факторами.

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

В Западной части Северо-Кавказского региона, как и в предыдущем месяце, наблюдались преобладающие напряжения сжатия, в пределах Сочинского полигона - растяжения. На Азово-Черноморском побережье в 1-2-ю декады фиксировались в основном напряжения растяжения, в 3-й декаде - сжатия.

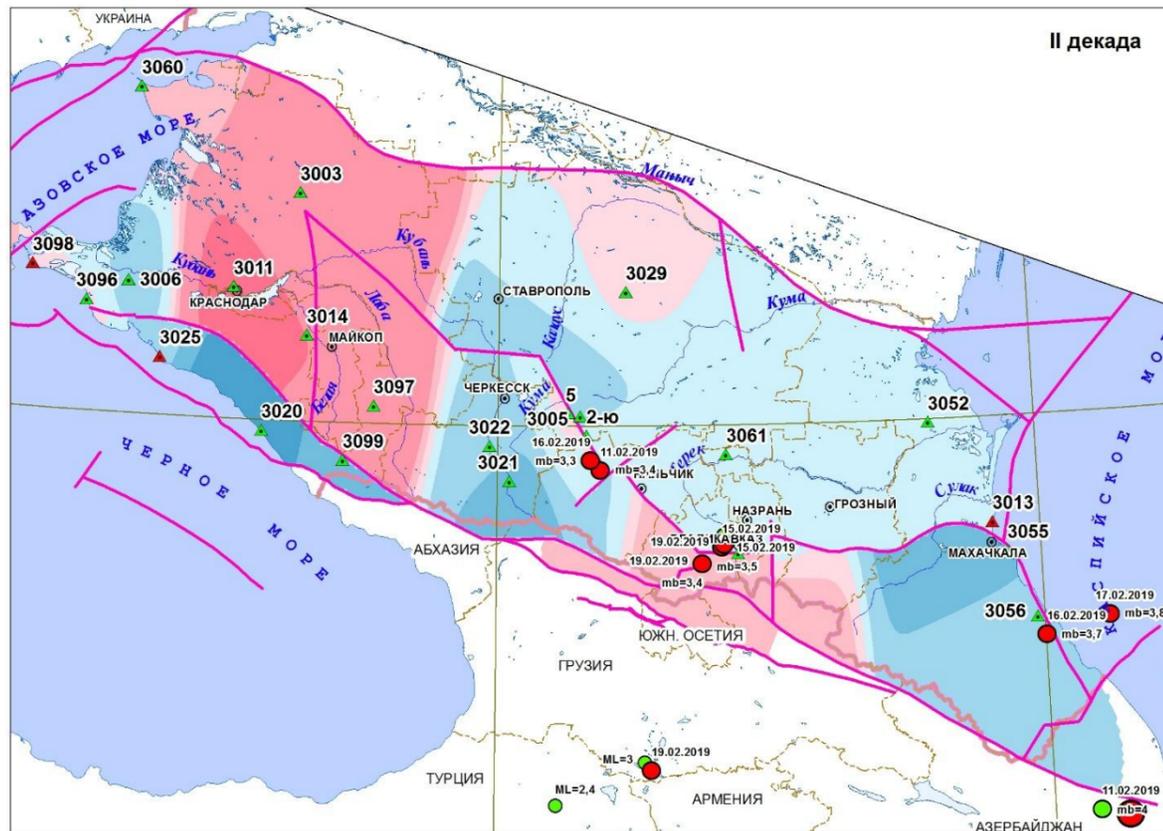
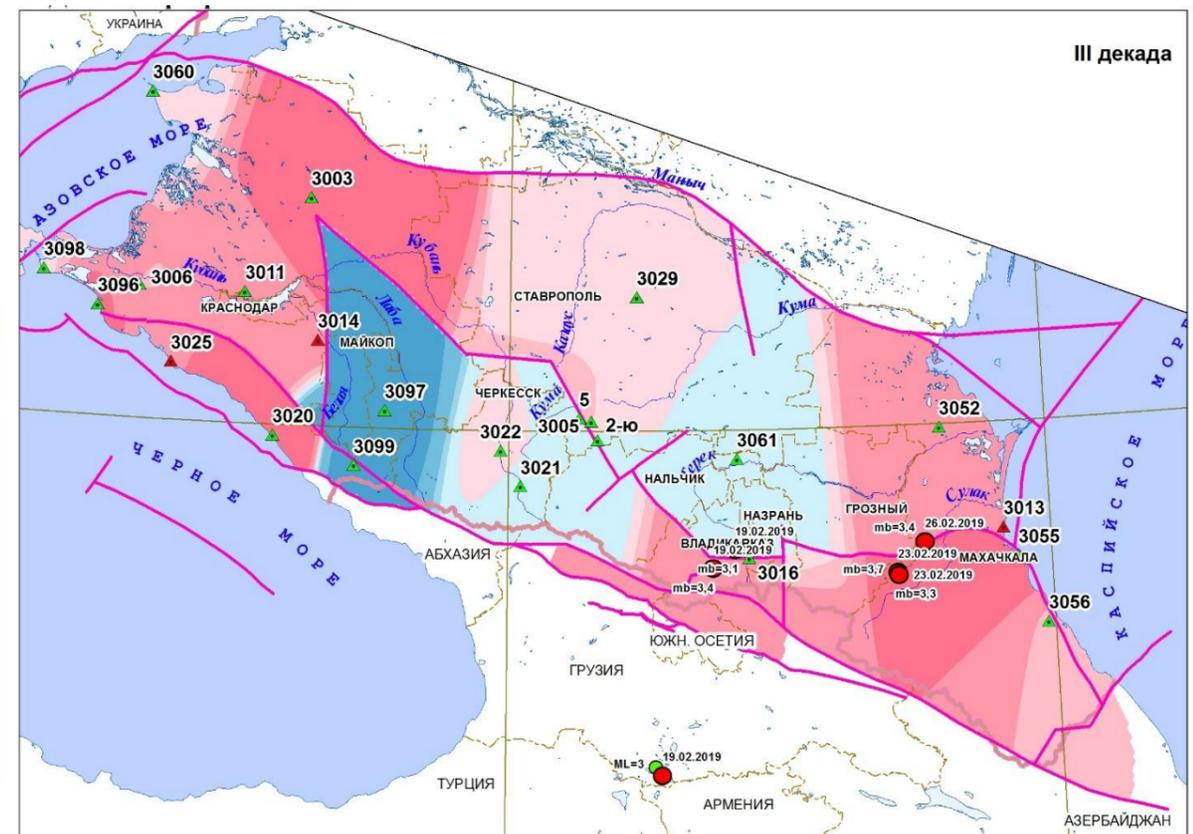
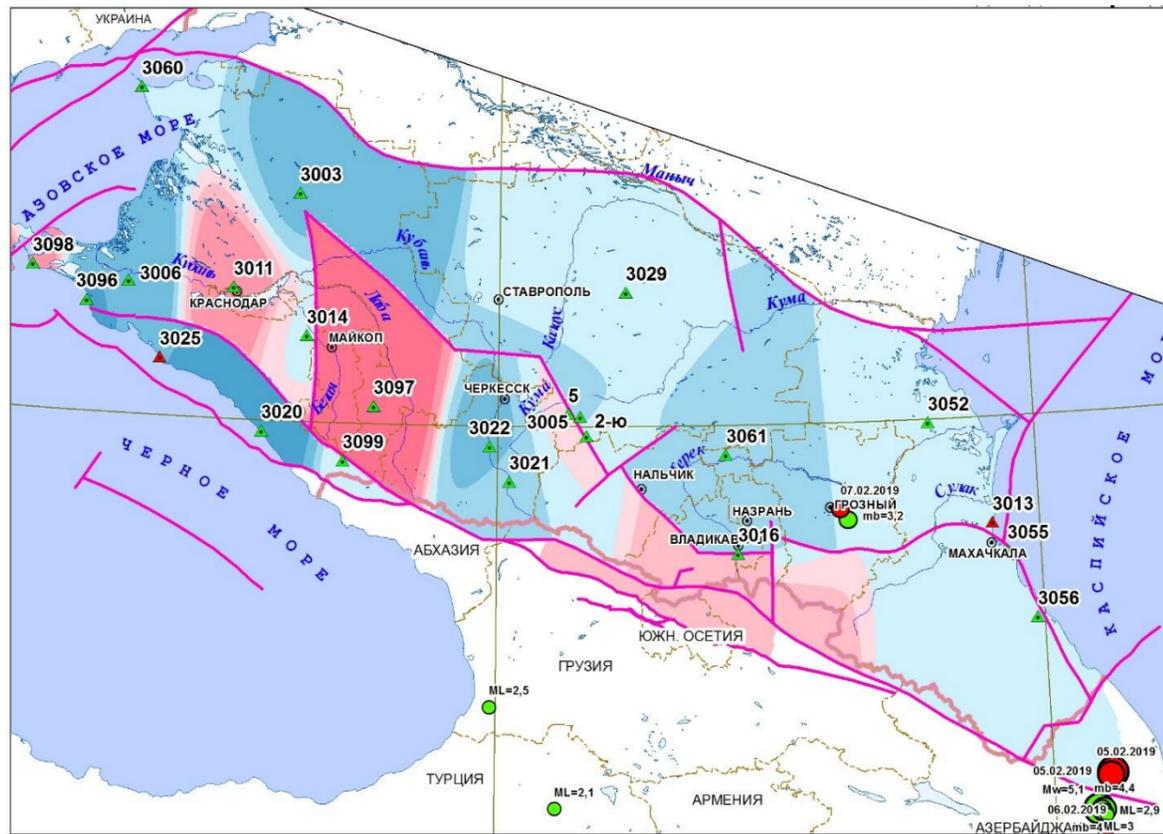
В пределах Центрально-Кавказского кристаллического массива (Центральная часть Северо-Кавказского региона) в 1-2-й декадах сохранялось устойчивое сжатие на западном и восточном (в том числе и в 3-й декаде) флангах и устойчивое растяжение в пределах Эльбрусского сейсмовулканического узла на фоне реализации землетрясений слабых и умеренных энергий на границе тектонического блока (рис. 6). Реструктуризация ГГД поля происходила в 3-й декаде со сменой знака напряжений на западном фланге ЦККМ и, фрагментарно, в пределах Эльбрусского сейсмовулканического узла.

В Центрально-Предкавказском (Центральная часть Северо-Кавказского региона), Восточно-Предкавказском и Восточно-Кавказском (Восточная часть Северо-Кавказского региона) тектонических блоках в 1-2-й декадах февраля преобладали напряжения растяжения. В 3-й декаде происходила реструктуризация ГГД поля со сменой знака напряжений на преобладающее сжатие, за исключением пограничной области ЦПБ и ВПБ с сохранением устойчивого растяжения (со 2-й декады ноября 2018 г.). В данных условиях реализовались землетрясения от слабых до умеренных энергий в пределах Терско-Каспийского прогиба и в Зоне Известнякового Дагестана, также фиксировались проявления сейсмичности до сильных энергий на территории Азербайджана.

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

Вместе с тем в текущем феврале выделены:

- внесезонная смена тренда УПВ по скв. 3006 (Краснодарский кр., граница 1-го порядка между Нижне-Кубанским и Центрально-Кавказским кристаллическими массивами), 3097 (Краснодарский кр., ЦККМ) с непродолжительным рядом наблюдений, 3016 (РСО-Алания, на границе межблоковой шовной зоны), 3055 и 3052 (Республика



Оперативный каталог землетрясений региона по данным ССД ЕГС РАН (г. Обнинск)      Оперативный каталог землетрясений региона по данным EMSC (Европейско-Средиземноморский сейсмологический центр)

DateTime	lat	lon	depth	mb	IO	region_name	DateTime *	Lat *	Long	Depth	Tmag	Mkart	Place
05.02.2019 19:19:53	41,05	48,61	10	4.5/6	4-5	Восточный Кавказ	05.02.2019 7:42:14	40,91	42,65	4	ML	2,1	EASTERN TURKEY
05.02.2019 19:31:35	41,07	48,63	10	5.2/2	5.5-6	Восточный Кавказ	05.02.2019 19:19:55	40,77	48,51	10	mb	4,4	AZERBAIJAN
06.02.2019 2:25:49	40,62	48,52	10	4.0/5	3	Восточный Кавказ	05.02.2019 19:31:38	40,78	48,46	8	Mw	5,1	AZERBAIJAN
07.02.2019 6:04:42	43,3	45,81	60	3.3/3	-	Восточный Кавказ	05.02.2019 19:37:24	40,75	48,51	10	ML	3,4	AZERBAIJAN
11.02.2019 15:29:30	40,72	48,79	5	4.2/1	4.5-5	Восточный Кавказ	05.02.2019 22:34:05	40,77	48,5	10	ML	3	AZERBAIJAN
11.02.2019 15:36:03	43,64	43,15	5	3.4/2	2.5-3	Западный Кавказ	06.02.2019 2:25:51	40,78	48,49	9	mb	4	AZERBAIJAN
11.02.2019 21:46:40	41,83	49,4	10	3.6/6	2-2.5	Каспийское море	07.02.2019 6:04:42	43,21	45,89	40	mb	3,2	CAUCASUS REGION, RUSSIA
15.02.2019 13:37:37	43,01	44,49	10	3.5/3	-	Западный Кавказ	09.02.2019 16:35:09	40,73	48,54	11	ML	2,9	AZERBAIJAN
15.02.2019 16:05:53	43,01	44,49	10	3.7/4	2-2.5	Западный Кавказ	11.02.2019 15:29:33	40,77	48,49	13	mb	4	AZERBAIJAN
16.02.2019 0:44:31	43,72	43,04	5	3.3/5	2-2.5	Западный Кавказ	11.02.2019 15:36:03	43,64	43,15	5	mb	3,4	CAUCASUS REGION, RUSSIA
16.02.2019 6:04:52	42,21	48,01	10	3.7/3	2-2.5	Каспийское море	11.02.2019 21:46:40	41,83	49,4	10	mb	3,6	CASPIAN SEA, OFFSHORE AZ
17.02.2019 19:21:55	42,34	48,71	10	3.8/4	2.5-3	Каспийское море	14.02.2019 16:45:46	40,93	42,66	10	ML	2,4	EASTERN TURKEY
19.02.2019 10:59:10	41,21	43,69	5	3.8/2	3.5-4	Грузия - Армения	15.02.2019 13:37:37	43,01	44,49	10	mb	3,5	CAUCASUS REGION, RUSSIA
19.02.2019 11:32:49	43,03	44,51	5	3.1/1	-	Западный Кавказ	15.02.2019 16:05:54	43,1	44,53	2	ML	3,2	CAUCASUS REGION, RUSSIA
19.02.2019 18:23:26	42,88	44,27	5	3.4/4	2.5-3	Западный Кавказ	16.02.2019 0:44:31	43,72	43,04	5	mb	3,3	CAUCASUS REGION, RUSSIA
23.02.2019 10:44:44	42,81	46,3	10	3.7/3	2-2.5	Восточный Кавказ	16.02.2019 6:04:52	42,21	48,01	10	mb	3,7	CASPIAN SEA
23.02.2019 10:47:22	42,79	46,31	10	3.3/1	-	Восточный Кавказ	17.02.2019 19:21:55	42,34	48,71	10	mb	3,8	CASPIAN SEA
26.02.2019 2:40:53	43,05	46,61	10	3.4/1	-	Восточный Кавказ	19.02.2019 10:59:09	41,28	43,62	10	ML	3	GEORGIA (SAK'ARTVELO)
							19.02.2019 11:32:49	43,03	44,51	5	mb	3,1	CAUCASUS REGION, RUSSIA
							19.02.2019 18:23:26	42,88	44,27	5	mb	3,4	CAUCASUS REGION, RUSSIA
							23.02.2019 10:44:44	42,81	46,3	10	mb	3,7	CAUCASUS REGION, RUSSIA
							23.02.2019 10:47:22	42,79	46,31	10	mb	3,3	CAUCASUS REGION, RUSSIA
							26.02.2019 2:40:53	43,05	46,61	10	mb	3,4	CAUCASUS REGION, RUSSIA



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

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

№№ п/п	№№ скв.	Преимущественное направление тренда УПВ по среднемесячным данным		Гидрогеологическая структура 2-го порядка (ВСЕГИНГЕО, 2015 г.)	Структурно-тектоническое положение (Греков И.И., Лаврищев В.А., 2009 г.)	Примечания
		в феврале за 1990-2018 гг.	в феврале 2019 г.			
1	3060	положит	относит. стабилизация (как в 2015 г.)	Азово-Кубанский артезианский бассейн (АКАБ)	Ростовский выступ	Наблюдения с 1990 г. Выражена сезонность
2	3006	положит	отрицат. (как в 1990-91, 1993-95, 1997, 2003 гг.)		Граница 1-го порядка между Нижне-Кубанским и Центрально-Кавказским кристаллическими массивами	Наблюдения с 1990 г. Выражена сезонность
3	3003	положит	положит		Западно-Предкавказский блок (ЗПБ)	Наблюдения с 1995 г. Выражена сезонность
4	3011	полож/ отрицат	положит		Нижне-Кубанский кристаллический массив (НККМ)	Наблюдения с 1990 г.
5	3014	положит	положит		Нижне-Кубанский кристаллический массив (НККМ), близко к границе 1-го порядка с ЦККМ	Наблюдения с 1990 г. (УПВ выше поверхности земли). Выражена сезонность
6	3098	положит	положит		Нижне-Кубанский кристаллический массив (НККМ)	Наблюдения с 2017 г. (малый ряд наблюдений)
7	3096	отрицат	отрицат			Наблюдения с 2017 г. (малый ряд наблюдений)
8	3099 (Сочинский полигон)	отрицат	отрицат	Большекавказская гидрогеологическая складчатая область (БКГСО)	Закавказская плита (ЗП)	Наблюдения с 2009 г. Выражена сезонность
9	3020	отрицат	отрицат			Наблюдения с 2008 г. Выражена сезонность
10	3097	отрицат	положит		Центрально-Кавказский кристаллический массив (ЦККМ)	Наблюдения с 2017 г. (малый ряд наблюдений)
11	3022 (Эльбрусский сейсмовулканический узел)	отрицат	отрицат			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	отрицат. (как 1990-91, 1993, 2002, 2013, 2015-16 гг.)	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.-январе 2019 г. отметки УПВ ниже на 2,4 м (в т.ч. после ремонтно-восстановительных работ)
14	3029	положит	относит. стабилизация (как в 2018 г.)			Наблюдения с 1999 г. Выражена сезонность до 2013 г.
15	3061	отрицат	отрицат			Наблюдения с 2012 г. Выражена сезонность
16	3016	отрицат	положит. (как 1996, 2000-01, 2013-14 гг.)	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	положит	отрицат	Восточно-Предкавказский артезианский бассейн (ВПАБ)	Восточно-Предкавказский блок (ВПБ)	Наблюдения с 2002 г. (УПВ выше поверхности земли) Присутствует сезонность
18	3055	положит	отрицат. (как в 2007, 2011 г.)		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



Рис. 7 Схема наблюдательной сети ГДД мониторинга по состоянию на 31.01.2019 г. на основе карты гидрогеологического районирования территории Российской Федерации (территория ЮФО и СКФО), актуализированной на 01.01.2016 г. (ВСЕГИНГЕО, 2015 г.)

Дагестан, соответственно Восточно-Кавказский кристаллический массив и Восточно-Предкавказский блок). Из анализа многолетних наблюдений последних скважин следует, что нарушения хода сезонной цикличности УПВ в основном предвещали и сопровождали периоды усиления сейсмической активности ( $M \geq 5$ ) на территории Республики Дагестан и в пограничных областях (напр., на территории Азербайджана). В текущем феврале на территории Республики Дагестан происходила реализация землетрясений от слабых до умеренных энергий (табл. 1, 2), в радиусе до 100 км от скв. 3055, а также сильных энергий на территории Азербайджана.

- наибольшая положительная амплитуда за весь период наблюдений в феврале по скв. 3003 (Краснодарский кр., Западно-Предкавказский блок);

- по скв. 3005 (Ставропольский кр., межблоковая шовная зона ЦПБ и ЦККМ) после длительного перерыва (2017-2018 гг.) в наблюдениях и ремонтно-восстановительных работ 2018 г. по текущим отметкам УПВ фиксируется смена многолетнего положительного тренда. Наиболее близкая сейсмическая активность в январе-феврале 2019 г. зарегистрирована за пределами радиуса влияния скважины, в области влияния пересечения Армави́ро-Невинномысского, Баксанского и Срединного разломов.

Краткосрочная оценка сейсмогеодинамического состояния геологической среды. В полях напряженности геологической среды (ПНГС), построенных на контрольный час (3 часа Гринвича), аномальные (по некоторым пунктам до критических) 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, 3006, 3011, 3098, 3096, 3020, 3099, 3097, 3005, 3021, 3016, 3052, 3055, 3056.

В феврале в *Западной части* региона, в том числе на Сочинском полигоне, при анализе суточных (на контрольный час) карт-схем ПНГС аномальные (до критических Апр по скв. 3099, 3020) ГГД поля фиксировались, в основном в соответствии с аномальными метеофакторами (резкие изменения атмосферного давления, осадки, местами до 50 мм в сутки в конце февраля на Черноморском побережье, и, соответственно повышение уровня воды в реках).

На временных графиках наблюдаемых параметров по скважинам Краснодарского края, как и в предыдущем месяце, выделялись нарушения связи УПВ с Ратм. и ЛСП, резкие подъемы УПВ, особенно по скважинам, расположенным на Азово-Черноморском побережье (напр., 3060, 3098, 3020 и 3099).

Заметное резкое понижение УПВ, не связанное с метеофакторами, выделялось 06.02 по скв. 3003 (ст-ца Иркиевская) на фоне потери связи с атмосферным давлением 06-07.02 (рис. 8).

По состоянию на начало марта 2019 г. по имеющимся данным ГГД поле Западной части Северо-Кавказского сейсмоактивного региона находится в преобладающем фоновом состоянии растяжения, в том числе на Азово-Черноморском побережье (в том числе на Сочинском полигоне) в состоянии сжатия и растяжения до аномальных и критических значений Апр на фоне неблагоприятных метеоявлений.

В *Центральной части* Северо-Кавказского сейсмоактивного региона, при анализе суточных (на контрольный час) карт-схем ПНГС, аномальное состояние ГГД поля фиксировалось по скв. 3097 (11-13.02), 3005 (21.02), 3016 (26-27.02); в пределах Эльбрусского сейсмовулканического узла по скв. 3021 (19.02).

На временных графиках наблюдаемых параметров в феврале, выделено:

- по скв. 3005 в период 18-23.02 (после реализации близких землетрясений слабых энергий вне радиуса влияния, на территории КБР 11.02 и 16.02) высокоамплитудные вариации УПВ без нарушения влияния Ратм и 01.03 резкое понижение электропроводности воды на  $\approx 500$  мСм/м (рис. 9).

- по скв. 3021 единичные нарушения связи УПВ с лунно-солнечными приливами 12.02, 17.02, 20.02, 23.02, 27.02 и по скв. 3022 в 1-й декаде заметные нарушения связи УПВ

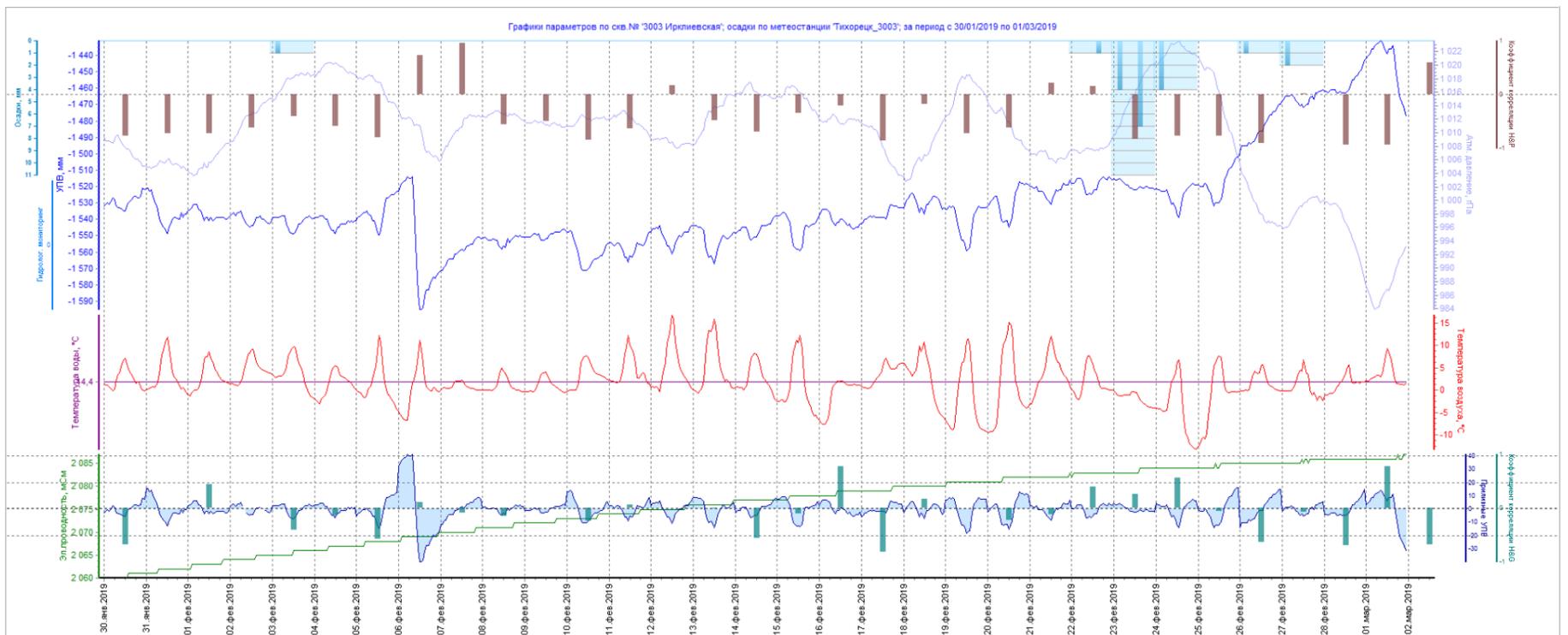


Рис. 8 График вариаций наблюдаемых параметров, коэффициентов корреляции УПВ и Ратм, и ЛСП по скв. 3003 (ст-ца Иркилевская, Краснодарский кр.) за февраль 2019 г.

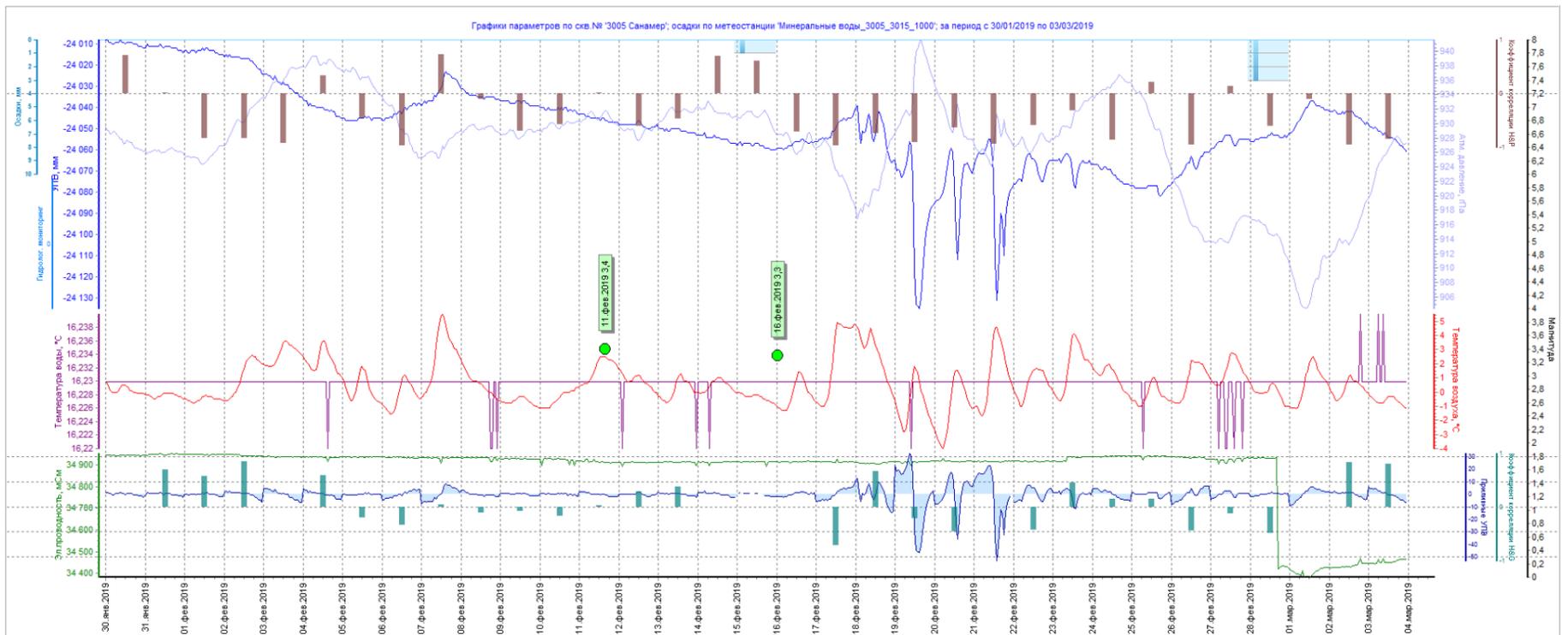


Рис. 9 Комплексный график наблюдаемых параметров, коэффициентов корреляции УПВ и Ратм, и ЛСП по скв. 3005 (пос. Санамер, Ставропольский кр.) в феврале 2019 г. в сопоставлении с сейсмичностью в радиусе до 100 км по данным ССД ЕГС РАН

с Ратм (наиболее близкая слабая сейсмичность фиксировалась на территории КБР 11.02 и 16.02 вне радиуса влияния);

- по скв. 3016 периодические нарушения связи с ЛСП на фоне продолжающегося внесезонного подъема УПВ и реализации близкой (до 100 км) сейсмичности до умеренных энергий в области влияния Владикавказского разлома.

По состоянию на начало марта 2019 г. наблюдается, в основном фоновое состояние ГГД поля преимущественно в состоянии растяжения (в том числе в пределах Эльбрусского сейсмовулканического узла), в районе скв. 3016 (г. Владикавказ) – в состоянии сжатия.

В *Восточной части* Северо-Кавказского сейсмоактивного региона по наблюдательным постам, расположенным на территории Республики Дагестан, аномальные ГГД поля (приложение 3 в «Информационной записке о состоянии ГГД поля...») в феврале фиксировались в основном по скв. 3055, 3056 на фоне контрастных вариаций атмосферного давления и сейсмической активности как на территории Дагестана, так и на сопредельных территориях (до сильных энергий в Азербайджане). Причем по скв. 3056 отмечалась большая доля умеренно аномальных и аномальных значений приведенных амплитуд (03-08.02, 18-21.02, 26-27.02).

По пунктам наблюдения, на графиках наблюдаемых параметров в течение февраля присутствовало нарушение и ослабление связи УПВ с Ратм, и ЛСП, в том числе на фоне проявлений близкой сейсмичности от слабых до умеренных энергий (до сильных энергий на территории Азербайджана), в том числе в радиусе влияния (скв. 3056).

По состоянию на начало марта 2019 г. ГГД поле Восточной части региона находится в условиях преобладающего растяжения, до умеренно аномальных (скв. 3055) и аномальных (скв. 3056) значений Апр.

В целом по региону реализация землетрясений происходила в различных условиях изменения ГГД поля (по данным на контрольный час), но в большинстве случаев при частичной, реже полной смене знака напряжений в тектонических блоках (Восточная часть региона), нередко через усиление напряжений (см. приложение 3 в «Информационной записке о состоянии ГГД поля...»), при этом смена знака в основном происходила в день возникновения событий. По методике расчета приведенных амплитуд по минимальным и максимальным суточным значениям УПВ наиболее значимое аномальное изменение ГГД поля замечено 19-21.02 в районе скв. 3005 (пос. Санамер, Ставропольский кр.).

Таким образом, по ежедневым трендам ГГД поля в феврале 2019 г., в целом, территория Северо-Кавказского сейсмоактивного региона находилась в условиях сжатия и растяжения геологической среды, на фоне реализации сейсмических событий в пределах Центральной и Восточной частей региона от слабых до умеренных энергий.

По состоянию на начало марта 2019 г. по имеющимся данным суточных ПНГС (на контрольный час) на большей части территории Северо-Кавказского региона наблюдается преимущественно фоновое состояние растяжения ГГД поля, в том числе в пределах Эльбрусского сейсмовулканического узла. На Сочинском полигоне ГГД поле в изменяющемся состоянии сжатия и растяжения (до аномальных значений Апр на фоне неблагоприятных метеоявлений). При этом Восточная часть региона находится также в условиях преобладающего растяжения, до умеренно аномального и аномального состояния ГГД поля, на фоне продолжающейся умеренной сейсмической активности.

### 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 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 (СПП) мониторинга движений участков земной коры; 1 пункт газо-гидрогеохимических наблюдений).

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

Наблюдения параметров ЕИЭМПЗ филиалом «Южный региональный центр ГМСН» проводились на 6-ти пунктах сети мониторинга опасных эндогенных геологических процессов Кавказского полигона: Эстосадок, Эльбрусский, Шаджатмаз, Грозный, Сергокала, Безенги (рис. 1). В том числе на *Сочинском полигоне* по 1 пункту (Эстосадок), а в пределах *Эльбрусского сейсмовулканического узла* регистрация параметров ЕИЭМПЗ велась на 2-х пунктах (Эльбрусский и Шаджатмаз). По техническим причинам в отчетном месяце наблюдения временно не осуществлялись на пунктах Ессентуки, Даргавс, Каткова Щель и Полтавское.

Кроме того, в текущем месяце подрядной организацией (АО «Южморгеология») были продолжены работы в рамках Контракта по «Ведению 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 **феврале 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 01.02.2019 г. по 28.02.2019 г. (рис. 10). Здесь же показаны сейсмические события, произошедшие в регионе в текущем месяце.

На комплексном сводном графике слабо синхронизированная, относительно контрастная многопиковая положительная аномалия количества импульсов ЕИЭМПЗ отмечается с 4 по 10 февраля по пунктам Возрождение, Эльбрусский, Сергокала и Грозный проявилась в период реализации серии событий на юго-восточном фланге складчато-глыбового сооружения Восточного Кавказа, на территории Азербайджана. Здесь с 05.02.2018 г. после главного точка ( $m_b=5.2$ ) по 11.02.2019 г. фиксировалась серия афтершоков слабой и умеренной энергии, локализованных по данным EMSC в пределах т.н. Шамахинской очаговой области Азербайджана, на границе Загатало-Говдагской зоны Южного склона Большого Кавказа и Шамахи-Гобустанской подзоны.

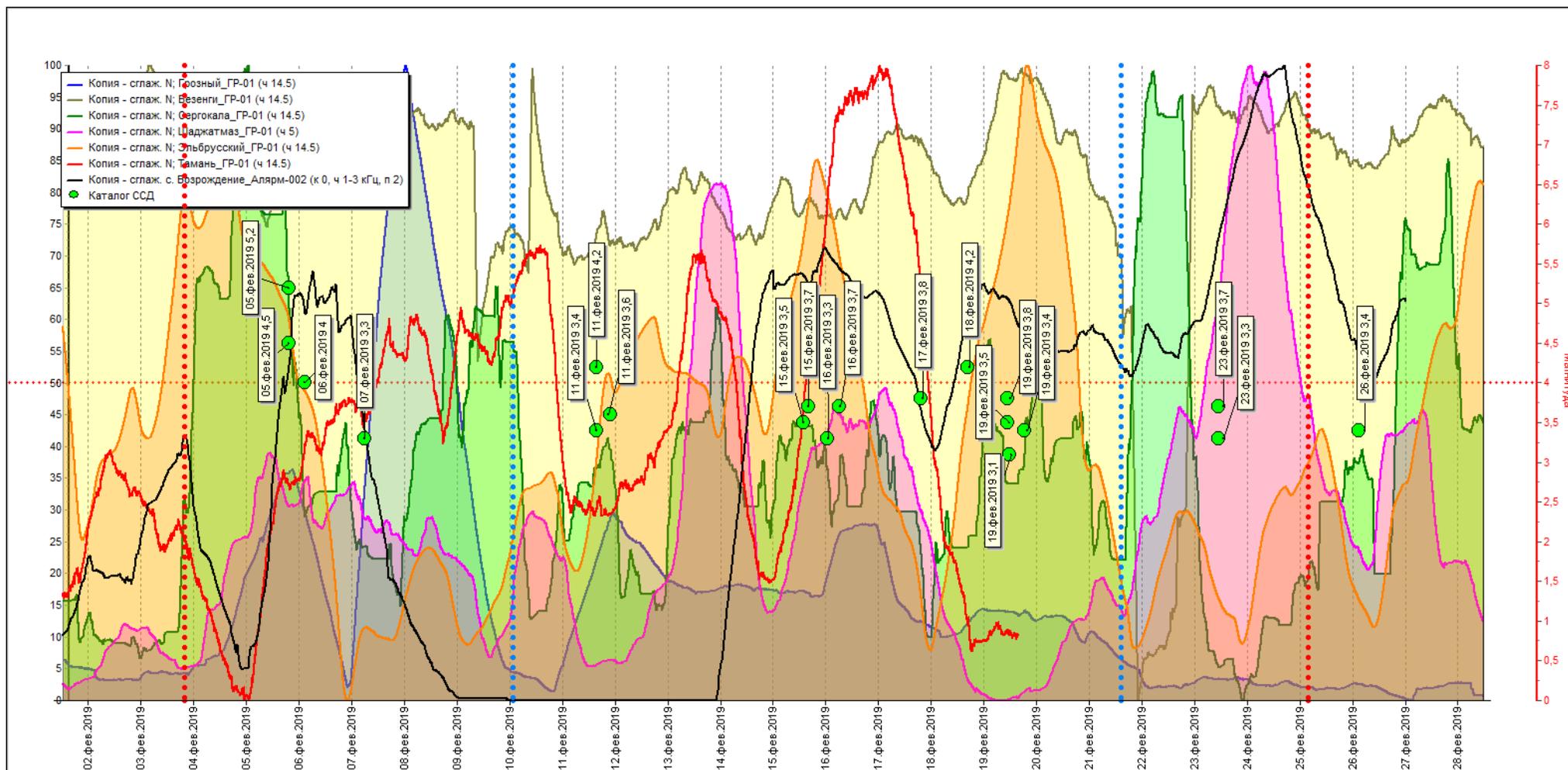


Рис. 10 Комплексный график вариаций ЭМИ (ЕИЭМПЗ) в период с 01.02 по 28.02.2019 г.

По пунктам Шаджатмаз и Эльбрусский аномалии интенсивности ЕИЭМПЗ выделяются с 11 по 17 февраля вероятно с проявлением сейсмической активности на территории Кабардино-Балкарской Республики (2 землетрясения слабой энергии 11.02.2019 г. и 16.02.2019 г.) в тектоническом узле на пересечении Армавиرو-Невинномысского, Баксанского и Срединного глубинных разломов.

В третьей декаде аномалии интенсивности наблюдались на пунктах Сергокала (22.02.2019 г.) и Шаджатмаз (22-24.02.2019 г.) перед реализацией 23.02.2019 г. двух землетрясений на западном фланге тектонической зоны Известнякового Дагестана и 26.02.2019 г. (на границе этой зоны и Чеченской впадины Терско-Каспийского прогиба).

Следует отметить, что в отчетном месяце по большинству пунктов наблюдается сохранение уровня интенсивности ЕИЭМПЗ.

В феврале 2019 г. на Кавказском геофизическом 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 **28.02.2019 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 05.02.2019 г. данные регистрации сейсмических сигналов по большинству пунктов АО «Южморгеология» получены по 25.02.2019 г. (для пунктов Анапа и Темрюк по 22.02.2019 г.).

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. Кроме пунктов Эстосадок и Даргавс, где по организационно-техническим причинам в отчетном месяце телеметрические данные получены лишь по 20.02.2019 г., и будут сняты позднее.

Обработка и оперативный анализ полученных в текущем месяце данных показали, что по отдельным пунктам регистрации Центральном Кавказе были зафиксированы записи одного 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 на Центральном Кавказе 05.02.2019 г. было зафиксировано местное землетрясение на пунктах Кубрань, Теберда, Шаджатмаз и Преградная, реализовавшееся на северо-западе территории Карачаево-Черкесской Республики (по данным предварительной локализации в пределах зоны моноклинали Центрального Кавказа (в зоне влияния т.н. Черкесского глубинного разлома).

По результатам обработки первичных записей станций локальных сетей филиала «Южный региональный центр ГМСН» ФГБУ «Гидроспецгеология» и АО «Южморгеология» 3-мя (для локальных 2-мя) и более станциями в отчетном месяце зарегистрировано 32 землетрясения, из них 7 местных (с магнитудами  $m_b$  от 3.3) и 1 локальное событие (с магнитудой 2.0), региональных 10 (с магнитудами  $m_b$  от 4.4), реализовавшихся на удалении от 400 до 3000 км и 14 телесеизмических (с магнитудами  $m_b$  от 5.3).

Для локальных событий, зафиксированных 3-мя (для одного события 2-мя) и более станциями, выполнена предварительная локализация и определены параметры землетрясений. Список зарегистрированных событий приведен в «Информационной записке по материалам полевых работ геофизического и газо-гидрогеохимического мониторинга ... за февраль 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 текущем месяце были продолжены ежесуточные наблюдения за движениями участков земной коры методом спутниковой геодинамики.

В **феврале 2019 г.** наблюдения выполнялись на следующих спутниковых геодинамических пунктах (СПП): г. Адлер, г. Сочи, с. Эсто-Садок, г. Темрюк, г. Порт-Кавказ, г. Тамань и г. Анапа. В том числе мониторинг движений участков земной коры методом спутниковой геодинамики (СПП) осуществлялся в пределах *Сочинского полигона* на 3-х пунктах (Сочи, Адлер, Эсто-Садок).

Полученные результаты вариаций движений пунктов (СПП) в горизонтальной плоскости и по вертикали приведены в «Разделе бюллетеня ... за февраль 2019 г.» АО «Южморгеология» (см. текстовое 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 Ставропольском крае (район КМВ: скв. 1-НВ) и 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» геофизические и газо-гидрогеохимические аномалии отмечены в период с 11.02.2019 по 19.02.2019 (см. текстовое приложение).

В феврале по большинству пунктов Черноморской прибрежной зоны отмечается повышение неравномерности выноса газа (наибольшая по пункту Каткова Щель).

Наиболее контрастное понижение содержаний гелия в период 14-22.02 выделяется по пункту Сочи (рис. 11).

По результатам наблюдений за объемной активностью радона в феврале по пункту Геленджик наблюдается период контрастного понижения эксгаляции радона 11-19.02 (рис. 12).

По результатам мониторинга на пункте Гильяр (Республика Дагестан) в январе-феврале наблюдалось существенное уменьшение неравномерности выноса газа в источнике по сравнению с декабрем 2018 г. (рис. 13) на фоне реализации близкой сейсмичности, в том числе до сильных энергий 05.02.19 г. на территории Азербайджана ( $M=5,2$ ).

По результатам мониторинга за гелием, выполненного филиалом «Южный региональный центр ГМСН» ФГБУ «Гидроспецгеология», на Минераловодском выступе по скв. 1-НВ (в спонтанной фазе) контрастное понижение концентраций гелия выделяется с 20.01 по 01.02 (на  $45 \times 10^{-4}$  об.%) на фоне общего положительного тренда (рис. 14). Как отмечалось в бюллетене за январь, сходная ситуация наблюдалась в 2018 г. перед местными сейсмическими событиями слабых энергий, в том числе в радиусе влияния скв. 1-НВ, в области влияния Армави́ро-Невинномысского разлома. В феврале (11.02 и 16.02) произошла реализация событий слабых энергий в узле пересечения Армави́ро-Невинномысского, Срединного и Баксанского разломов (рис. 4, 5).

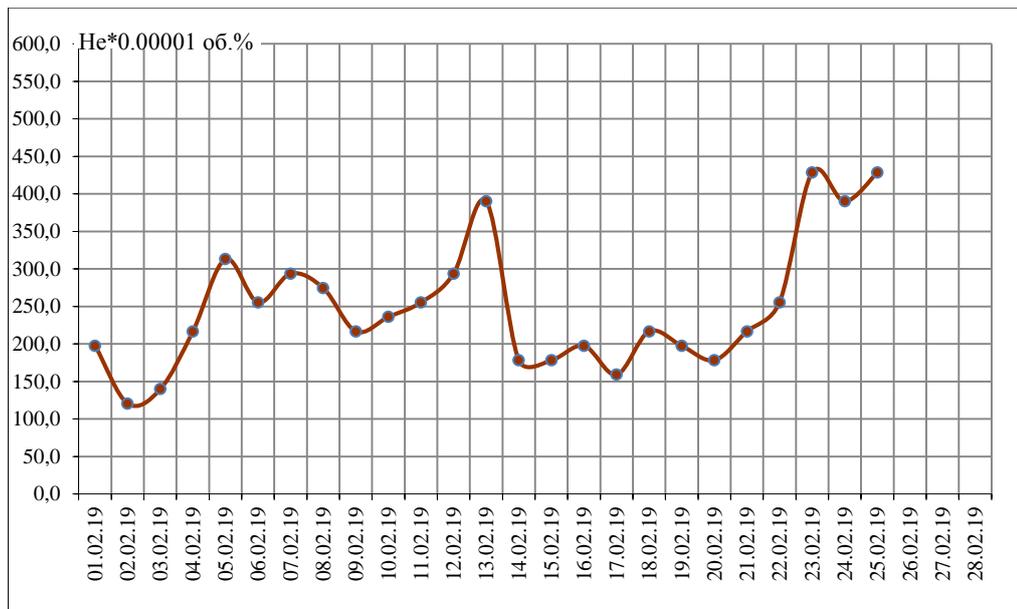


Рис. 11 Вариации содержания гелия по пункту Сочи в феврале 2019 г.

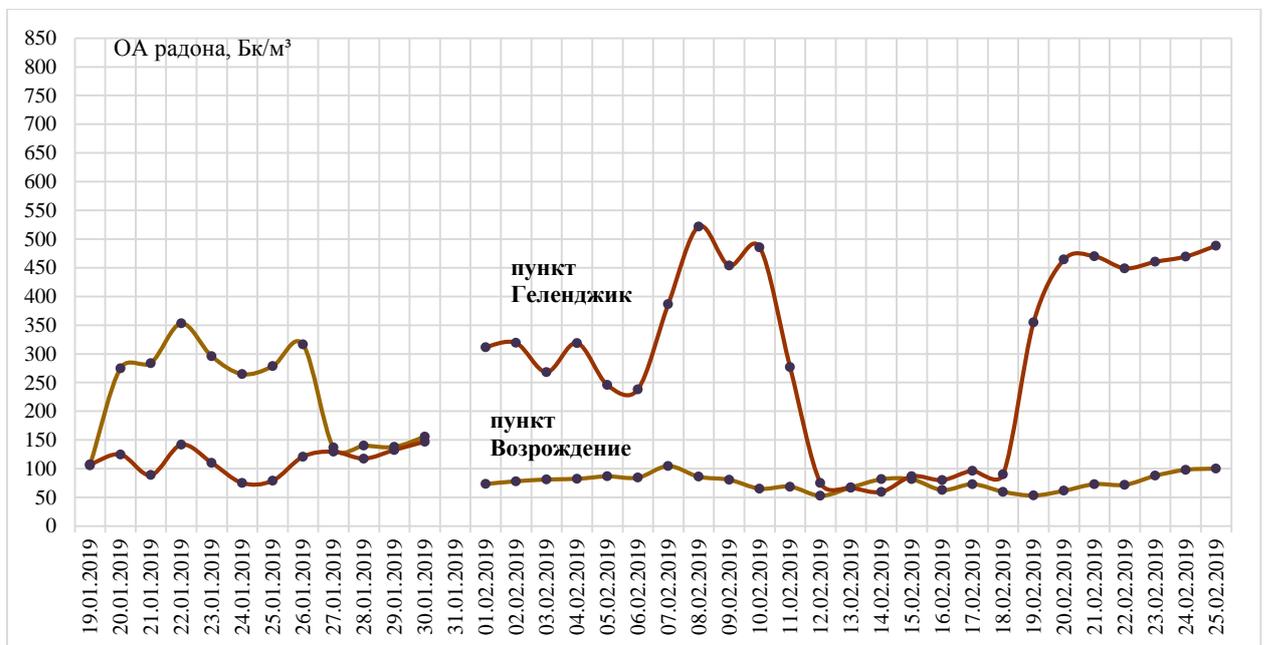
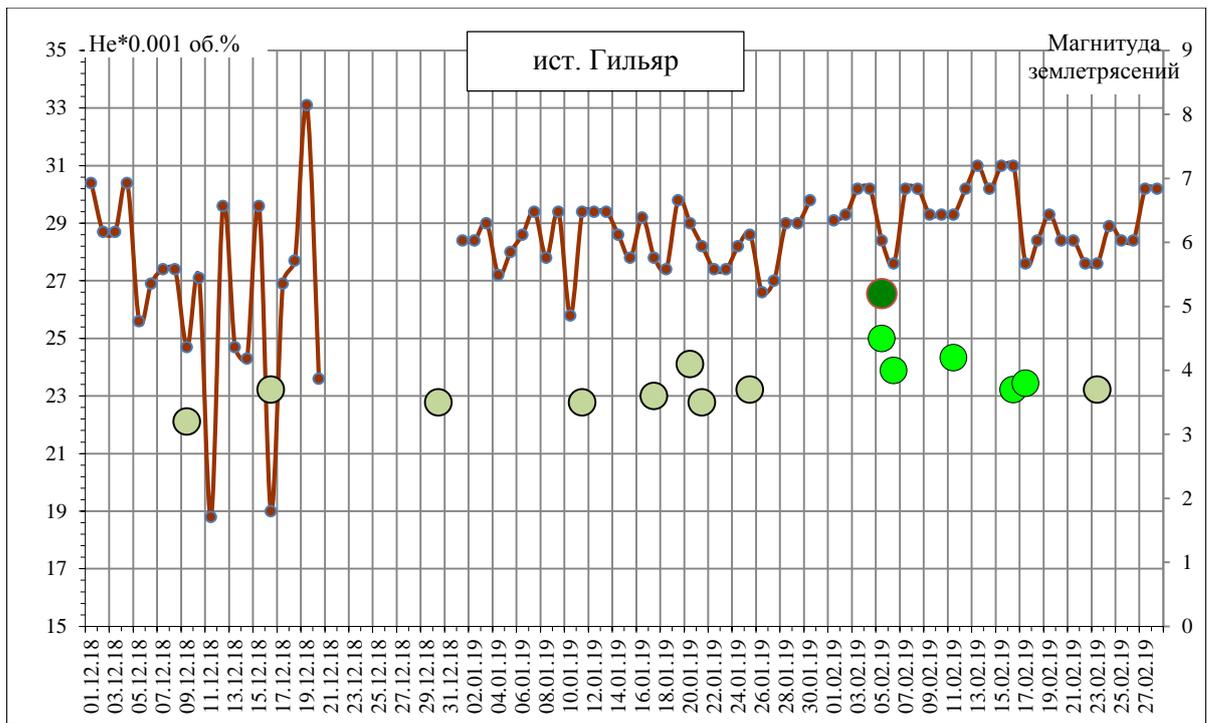


Рис. 12 Вариации содержания объемной активности радона по пунктам Геленджик и Возрождение в феврале 2019 г.

В районе Эльбрусского сейсмовулканического узла (ист. Джеркли, содержание гелия в растворенной фазе) в феврале 2019 г., вероятно закончилось несоответствие сезонному направлению тренда концентраций гелия в ист. Джеркли, наблюдавшееся с октября 2018 г., при общем отрицательном сезонном тренде температуры воды в источнике; при этом увеличилась неравномерность выноса газа. В январе наиболее контрастное понижение выделялось 15-16.01 на фоне реализации землетрясений умеренных энергий в радиусе 100-200 км от пункта наблюдений. Наиболее заметный рост концентраций гелия в феврале выделялся в период 10-20.02 в период реализации близких (до 100 км) землетрясений слабых энергий на территории Кабардино-Балкарской Республики (КБР).

Ранее было также замечено, что наиболее выраженные единичные понижения концентраций гелия фиксировались перед реализацией серии близких (до 100 км и в радиусе влияния) землетрясений от слабых до умеренных энергий (M от 3,2 до 3,7), произошедших на территории КБР.



- эпицентры землетрясений расположены в радиусе 100-200 км от пункта наблюдений;
- эпицентры землетрясений расположены в радиусе до 100 км от пункта наблюдений;
- эпицентры землетрясений расположены в радиусе влияния

Рис. 13 Вариации содержания гелия в ист. Гильяр (Республика Дагестан) в декабре 2018 г. - феврале 2019 г. в сопоставлении с сейсмичностью по данным ССД ЕГС РАН

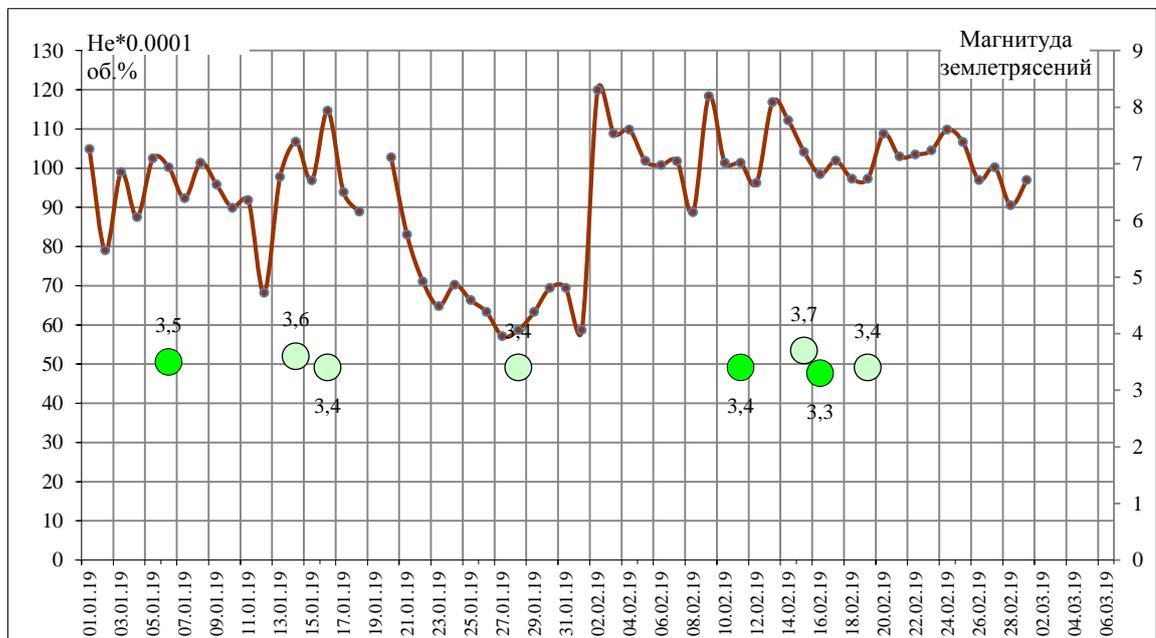


Рис. 14 Вариации содержания гелия по скв. 1-НВ (район КМВ) в январе-феврале 2019 г. в сопоставлении с сейсмичностью по данным ССД ЕГС РАН

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

На основании полученных данных за **февраль 2019** г. для оценки сейсмогеодинамического состояния и степени сейсмической опасности в **марте 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 **феврале 2019** г. большинство сейсмических событий на рассматриваемой территории произошло в *Восточной части* Кавказского региона (Предкавказье, складчато-глыбовое сооружение Большого Кавказа и прилегающая акватория Каспийского моря), где было зафиксировано 13 землетрясений (12 слабой и умеренной энергии и одно с  $m_b=5.2$  на территории Азербайджана), из них 5 на территории *Восточной части* Северного Кавказа.

В *Центральной части* Кавказского региона (Предкавказье, складчато-глыбовое сооружение Большого Кавказа) было зафиксировано 7 землетрясений слабых и умеренных энергий (из них все 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 сейсмовулканического узла* сейсмическая активность зафиксирована в связи с реализацией двух землетрясений слабой энергии в тектоническом узле на пересечении Армавиرو-Невинномысского, Баксанского и Срединного разломов.

В *Западной части* Кавказского региона, в том числе в пределах *Сочинского полигона*, в феврале землетрясений зарегистрировано не было (рис. 4-5, табл. 1-2). При этом по данным АО «Южморгеология» 02.02.2019 в Крымске было зафиксировано образование грязевого вулкана. Выбрасывание грязи сопровождалось дрожанием земли.

При этом, по данным наблюдений за движениями участков земной коры (АО «Южморгеология») методом спутниковой геодинамики недр (СГП) в пределах Азово-Черноморской прибрежной зоны, по большинству пунктов фиксируется возвращение траектории горизонтальных и вертикальных перемещений к многолетнему тренду.

Вероятно, это указывает на стабилизацию геодинамической обстановки в этом районе. Исключением является плановое движение СГП Адлер, проходящее всё ещё вдали от горизонтального тренда.

По данным анализа АО «Южморгеология» общая картина движений СГП как западного так восточного фрагмента сети не даёт оснований прогнозировать в марте значительную сейсмическую активность в районе Азово-Черноморского побережья РФ (Приложение).

Количество сейсмических событий, зарегистрированных в **феврале 2019** г. (ССД ЕГС РАН, EMSC, «ЮРЦ ГМСН») на территории Восточного сегмента Кавказа и Предкавказья несколько превысило уровень средних значений фона для последних 28 лет, за счет серии афтершоков после реализации 05.02.2019 г. землетрясения относительно высокой энергии ( $m_b=5.2$ ) на территории Азербайджана. В *Центральной части* Кавказского региона количество землетрясений было на уровне фоновых значений для последних 5-8 лет. В *Западной части* региона **февраль 2019** г., характеризовался сейсмическим затишьем.

При этом нужно отметить продолжение слабой активизации, зафиксированной в августе-декабре 2018 года и январе 2019 г. на территории Малого Кавказа.

По данным сейсмической активности, реализовавшейся в **феврале** 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 сейсмовулканического 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:

- Предгорная зона локальных впадин;
- Терско-Сунженская зона осевой складчатости;
- Прибрежная зона локальных впадин (море).

2. Складчато-глыбовое сооружение Большого Кавказа:

2.1. Северо-Кавказская моноклинали:

- зона моноклинали Центрального Кавказа;
- зона Известнякового Дагестана;
- моноклинали Скалистого хребта;
- зона моноклинали Центрального Кавказа;

2.2 Складчато-глыбовое поднятие Восточного Кавказа:

- зона Бокового хребта;

2.3 Складчатые зоны Южного склона Большого Кавказа:

- Загатало-Говдагская подзона;
- Шамахи-Гобустанской подзона.

3 Складчато-глыбовое сооружение Малого Кавказа:

- Артвинско-Болнисская зона.

В соответствии со схемой глубинного строения и тектонического районирования Северного Кавказа (альпийский этап) большинство эпицентров землетрясений в **феврале 2019 г.** в региональном плане, в основном тяготели к межблоковым шовным зонам (на северной, восточной и юго-восточной границах Восточно-Кавказского кристаллического массива, западной и южной границах Центрально-Предкавказского мегаблока), реже к коровым разломам, 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 **01.03.2019 г.** текущее сейсмогеодинамическое состояние геологической среды всего *Северо-Кавказского сейсмоактивного региона оценивается как умеренно-аномальное*.

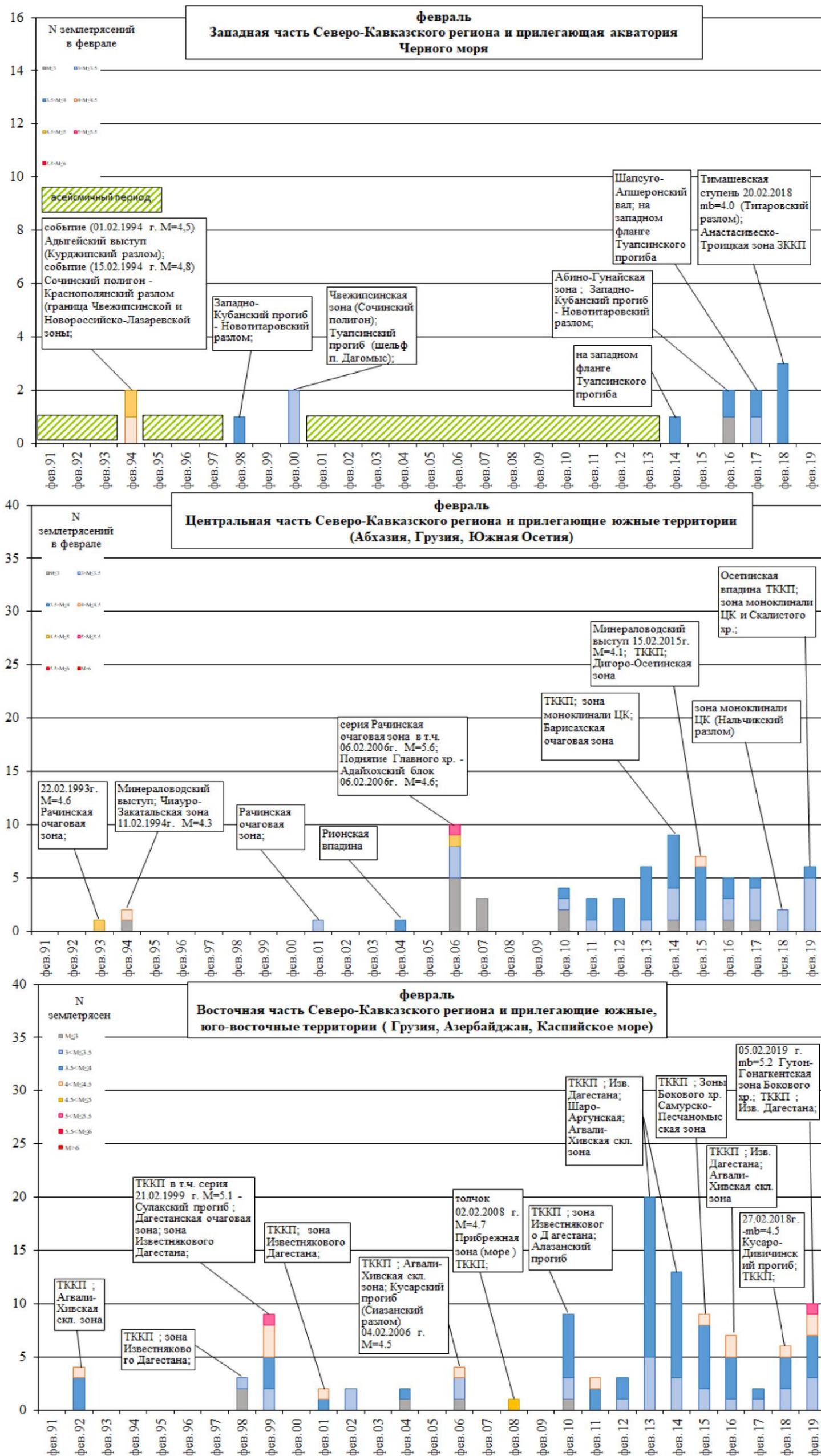


Рис. 15 Графики количества землетрясений (по данным ССД ЕГС РАН), реализовавшихся в феврале конкретного года в период 1991-2019 гг., в Западной, Центральной и Восточной частях Северо-Кавказского региона и прилегающих территориях

#### *4.1 Оценка степени сейсмической опасности на март 2019 г.*

Оценка степени сейсмической опасности на **февраль 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.

Как и прогнозировалось, наибольшее проявление сейсмического процесса в виде событий слабой и умеренной энергии в **феврале** 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°). Как и прогнозировалось количество вероятных сейсмических событий  $M$  до 5.5 в Восточной части Кавказского региона несколько превысило среднемноголетний уровень для последних лет (8-10), но оказалось не более значений самого активного года (рис.15).

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

Для прогнозной оценки степени сейсмической опасности на **март 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. 16. 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. 17). На графике чётко видны качественные скачки (2005, 2011 гг.) развития системы регистрации с 1991 года.

Анализ графика (рис. 18) 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. 19 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. 20-22), отражающие вклад количества землетрясений, ранжированных по магнитудам, в общее количество событий, реализовавшихся в месяце конкретного года.

Из результатов ретроспективного анализа сейсмического режима за последние 28 лет (рис. 20-22) следует, что в **марте 2019 г.** на фоне некоторого сезонного спада (рис. 19), 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.

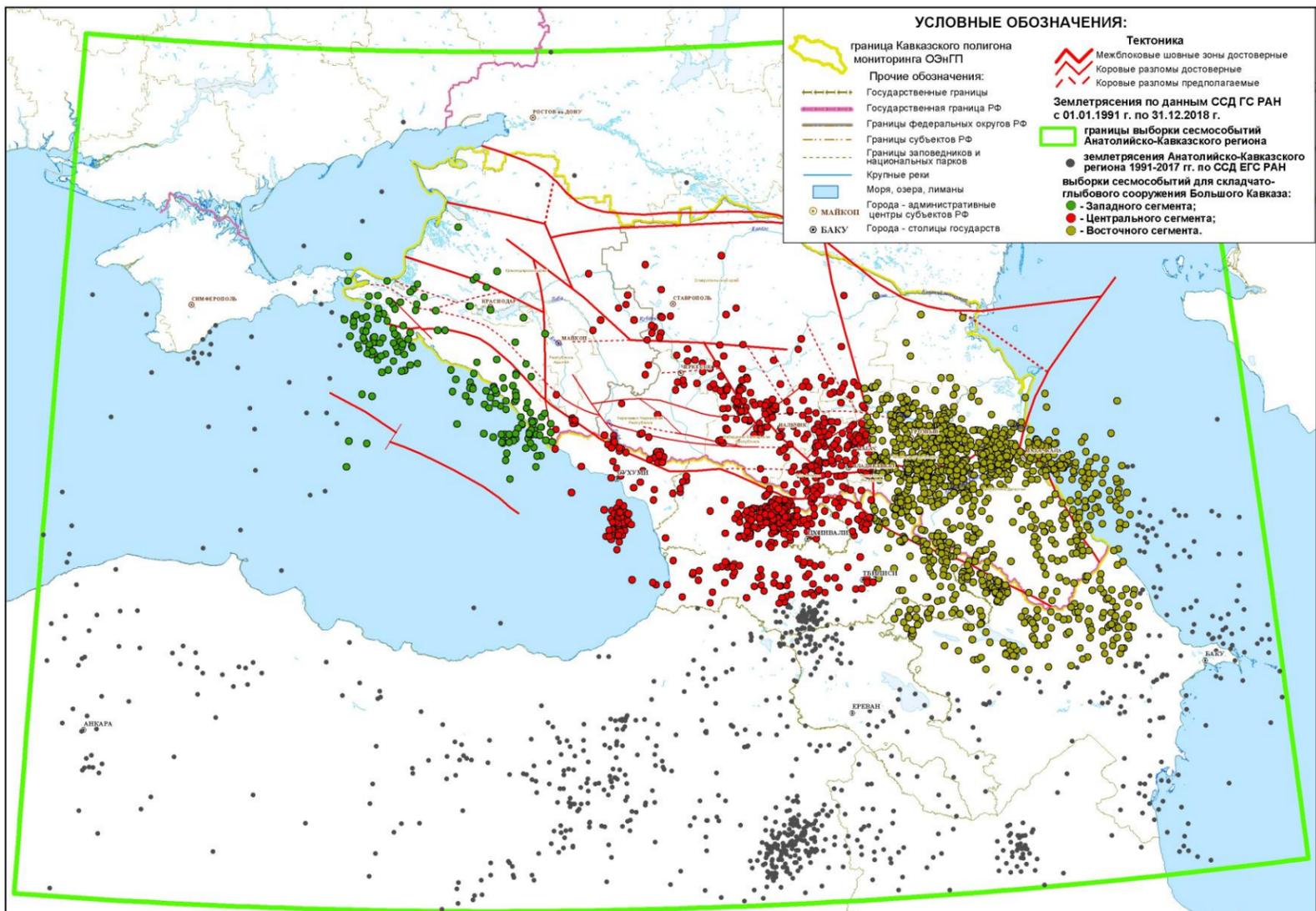


Рис. 16 Сейсмичность Анатолийско-Кавказского региона по данным оперативного каталога ССД ЕГС РАН за период с 01.01.1991 г. до 31.12. 2018 г. (разным цветом показаны выборки событий: зеленым - Западного, красным - Центрального и желтым - Восточного сегментов Большого Кавказа, по которым рассчитывались статистические параметры сейсмичности; черным цветом показана периферийная сейсмичность)

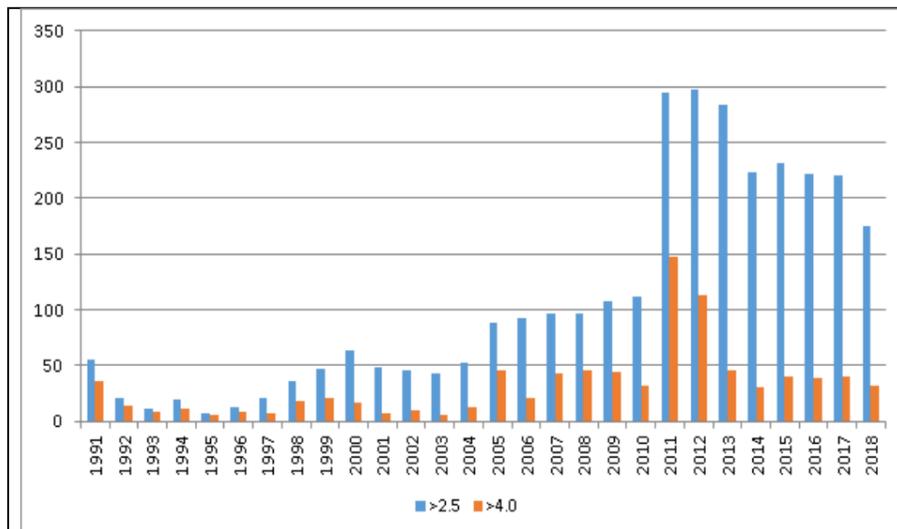


Рис. 17 Количество регистрируемых ССД ЕГС РАН сейсмических событий в зависимости от магнитуды в Анатолийско-Кавказском регионе с 1991 по 2018 гг.

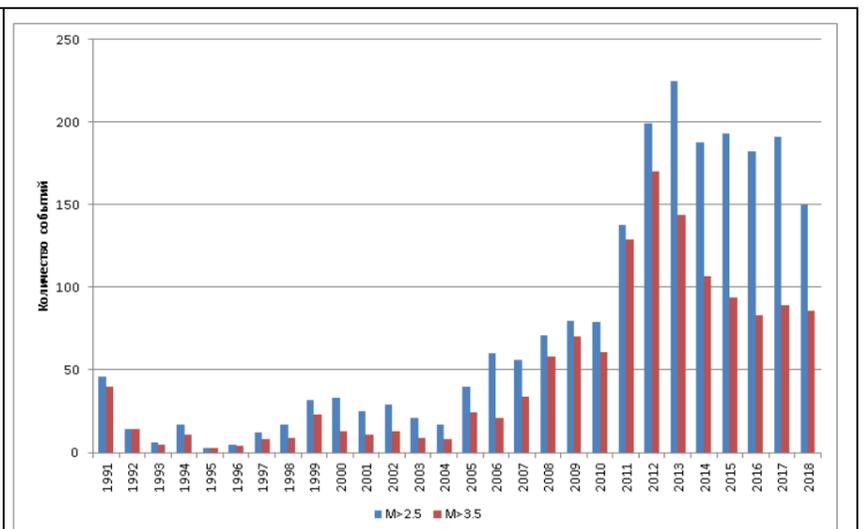


Рис. 18 Количество регистрируемых ССД ЕГС РАН сейсмических событий в зависимости от магнитуды в Кавказском регионе с 1991 по 2018 гг.

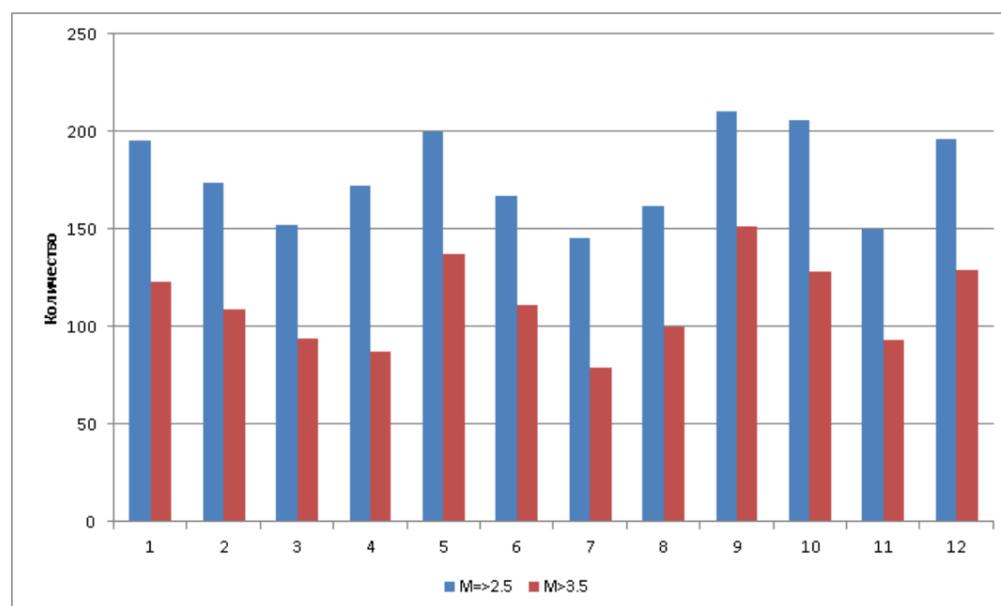


Рис. 19 Количество регистрируемых ССД ЕГС РАН сейсмических событий в Кавказском регионе в зависимости от магнитуды и месяца года с 1991 по 2018 гг.

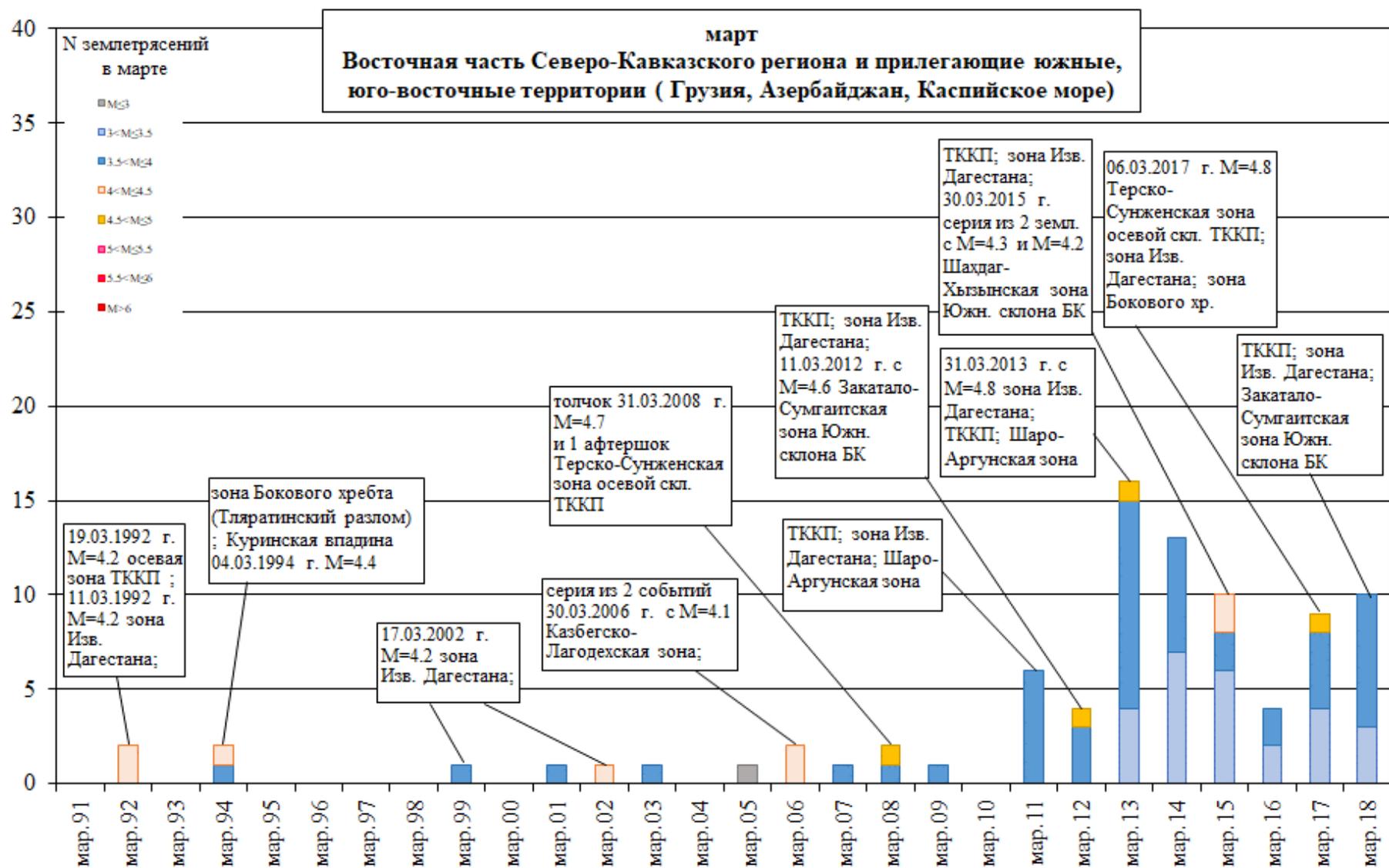


Рис. 20 График количества землетрясений (по данным ССД ЕГС РАН), реализовавшихся в марте конкретного года в период 1991-2018 гг., в Восточной части Северо-Кавказского региона и прилегающих южных, юго-восточных территориях

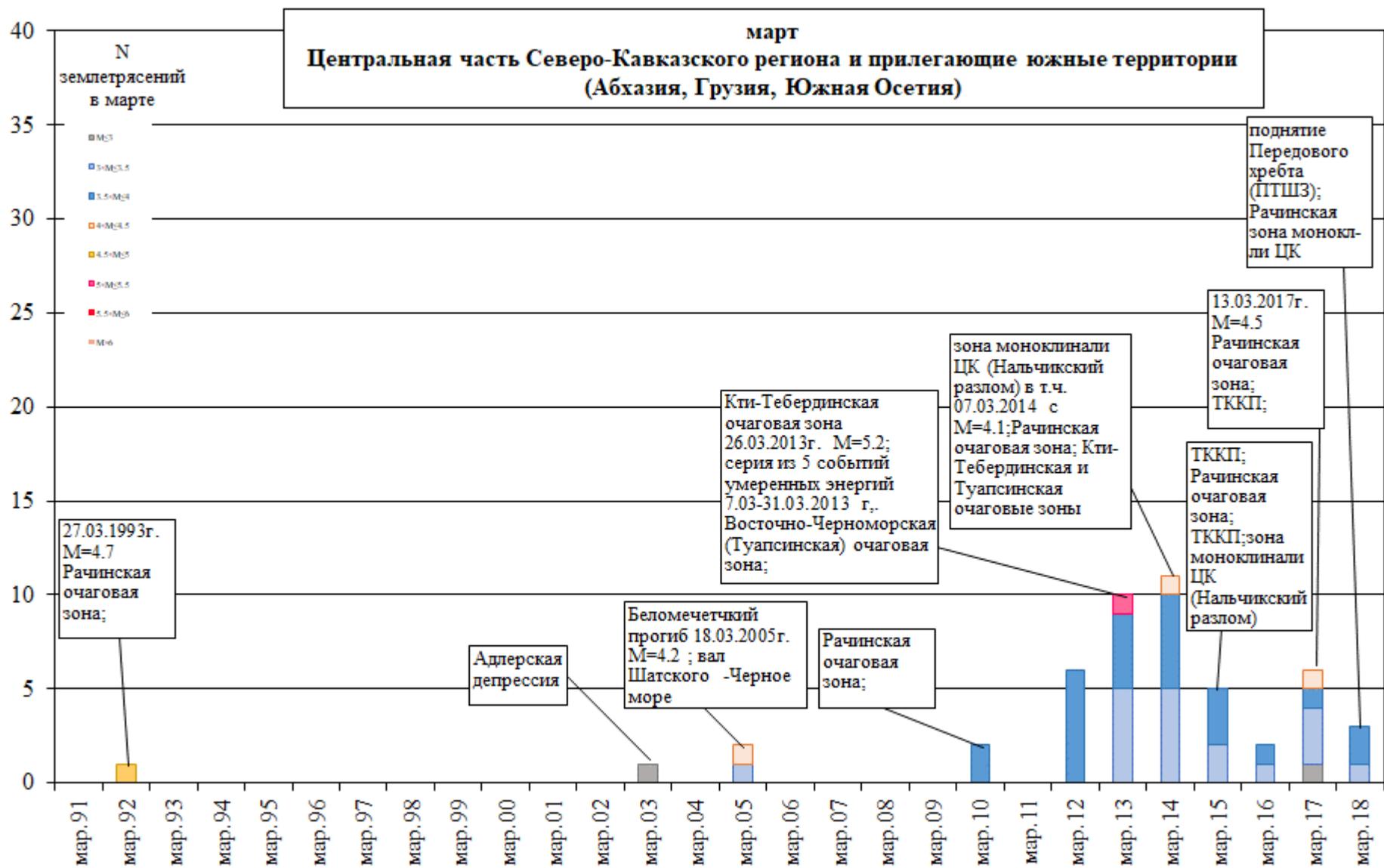


Рис. 21 График количества землетрясений (по данным ССД ЕГС РАН), реализовавшихся в марте конкретного года в период 1991-2018 гг., в Центральной части Северо-Кавказского региона и прилегающих южных территориях

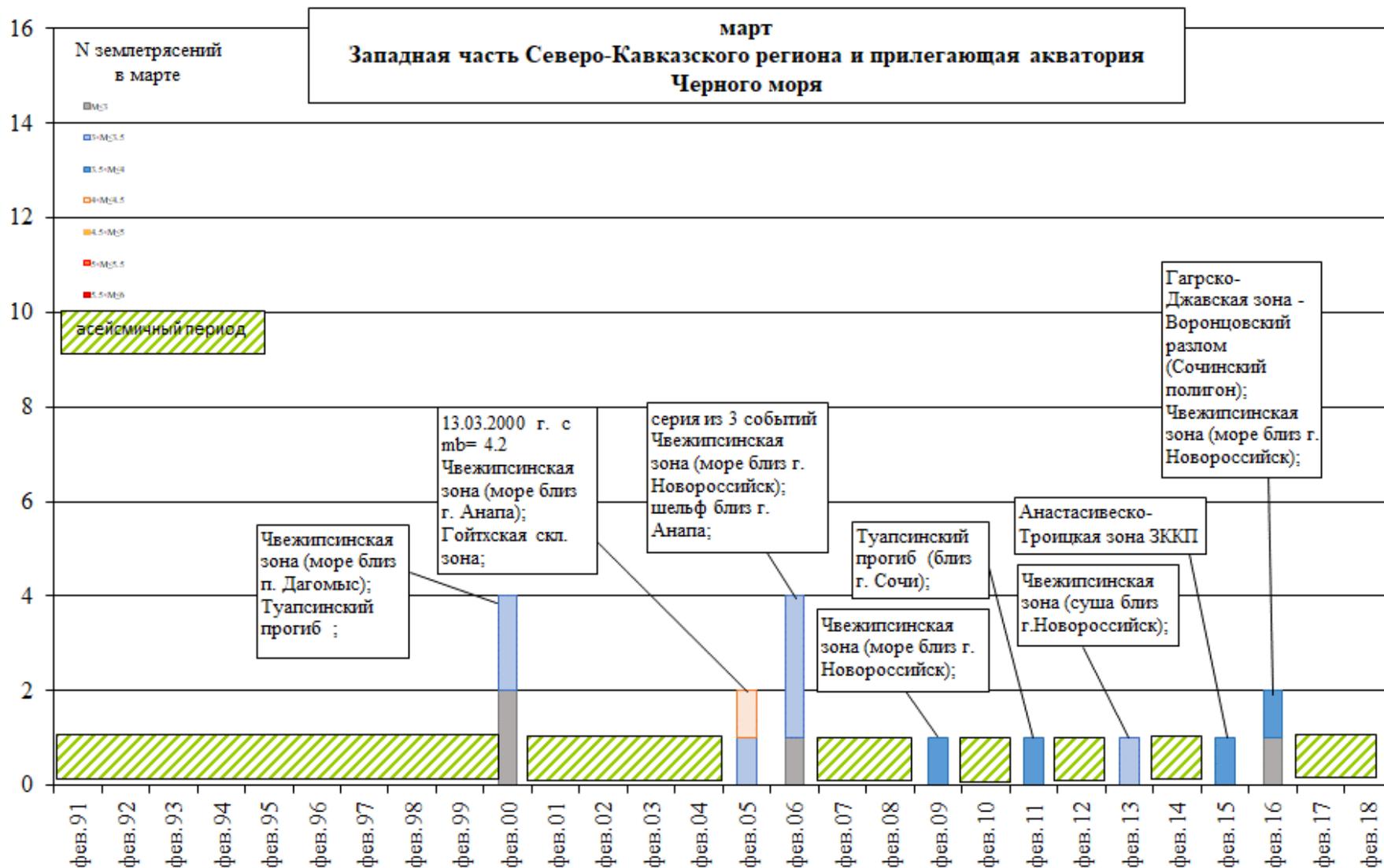


Рис. 22 График количества землетрясений (по данным ССД ЕГС РАН), реализовавшихся в марте конкретного года в период 1991-2018 гг., в Западной части Северо-Кавказского региона и прилегающей акватории Черного и Азовского морей

Подавляющее большинство реализовавшихся землетрясений за период 1991-2018 гг. имело энергии ( $3 < M \leq 5,0$ ). При этом самое сильное для марта (1991-2018 гг.) событие с  $m_b=5.2$  было зафиксировано в марте 2013 г. на южном склоне складчато-глыбового поднятия Центрального Кавказа в т.н. Кти-Тебердинской очаговой области.

Из графического анализа сейсмического режима *Восточной части* Северо-Кавказского региона (рис. 20) в **марте** предыдущих лет, с учетом развития системы регистрации сети ССД ЕГС РАН, выделяются 2013 г. с наибольшим количеством ( $N=16$ ) землетрясений в связи с реализацией рассеянной сейсмичности умеренной энергии в пределах Терско-Каспийского прогиба, Известнякового Дагестана, Шаро-Аргунской тектонических зон.

По данным оперативного каталога ССД ЕГС РАН в периоды 1991, 1993, 1995-1998, 2000, 2004, 2010 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 намечается.

Анализ графика наиболее представительного интервала каталога за последние годы (2011-2018 гг.) и с учетом сезонного фактора (при сохранении текущего активизированного сейсмогеодинамического режима для Восточного Кавказа) позволяет предположить, что в **марте 2019 г.** количество вероятных сейсмических событий  $M$  до 5.5 в Восточной части Северо-Кавказского региона может превысить среднемноголетний уровень для последних лет (8-10), но не более значений самого активного года (т.е. не более 16).

Реализация большинства событий Восточной части Кавказа происходила в основном в пределах впадин Терско-Каспийского прогиба (в том числе в его морской части), в тектонических зонах складчато-глыбового сооружения Восточного Кавказа (Известнякового Дагестана, Бокового хребта) и в складчатых зонах Южного склона Восточного Кавказа (Закатало-Сумгайтская подзона и др.).

Из графического анализа сейсмического режима *Центральной части* Кавказского региона (в том числе в районе *Эльбрусского сейсмовулканического узла*) в **марте** предыдущих лет (рис. 21) наибольшим количеством землетрясений характеризовались 2013 г. ( $N=10$ ) и 2014 г. (11). В первом случае в связи с реализацией 26.03.2013 г. самого сильного для марта прошлых лет ( $m_b=5.2$ ) землетрясения в Кти-Тебердинской очаговой области и 5-ти афтершоков в Восточно-Черноморской (Туапсинской) очаговой области (после сильного землетрясения 25.12.2012 г.). В 2014 году сейсмичность слабой и умеренной энергии проявилась в нескольких очаговых зонах (Кти-Тебердинская, Рачинская, Туапсинская).

По данным оперативного каталога ССД ЕГС РАН в периоды 1991, 1993-2002, 2004, 2006-2009, 2011 гг. не было зафиксировано ни одного землетрясения, видимо вследствие низкой чувствительности сети. В остальные годы наиболее представительного интервала наблюдений (2010-2018 гг.) **март** в *Центральной части* Северо-Кавказского региона характеризовался умеренным сейсмическим режимом с реализацией от 2 до 6 событий (в среднем 5) с  $M$  до 5.0.

Реализация событий в Центральной части Кавказа происходила в основном на южных склонах Складчато-глыбового поднятия Главного хребта Центрального Кавказа (Рача-Джавская очаговая зона), Терско-Каспийского прогиба (Чернолесская и Кабардинская впадины), зоны моноклинали Центрального Кавказа (Нальчикский разлом).

Количество сейсмических событий в **марте 2019 г.**, (при сохранении текущего умеренно-аномального сейсмогеодинамического режима), с учетом реализации 06.11.2018 г. сильного ( $m_b=5.1$ ) землетрясения на южном склоне складчато-глыбового поднятия Главного хребта Центрального Кавказа (Рачинская очаговая область), может быть несколько выше среднемноголетних значений сейсмичности последних лет (5 землетрясений) для *Центральной части* Кавказского региона (в том числе в пределах *Эльбрусского сейсмовулканического узла*), но, вероятнее всего не превысит уровня самых активных лет, т.е. не более 10 событий для Северо-Кавказского региона.

Ретроспективный анализ для *Западной части* Северо-Кавказского региона, в том числе и в *районе Сочинского полигона*, показывает крайнюю неравномерность распределения количества сейсмических событий в **марте** за последние 28 лет. Из графического анализа (рис. 22) сейсмического режима Западной части Северо-Кавказского региона в **марте** предыдущих лет по данным оперативного каталога ССД ЕГС РАН в периоды 1991-1999, 2001-2004, 2007-2008, 2010, 2012, 2014, 2017-2018 гг. не было зафиксировано ни одного землетрясения. Наибольшим количеством характеризовались 2000 г. и 2006 г. (4 землетрясения слабых энергий).

Самое сильное ( $m_b=4.2$ ) из зафиксированных в марте прошлых лет событие было зарегистрировано 13.03.2000 г. в пределах Чвежипсинской тектонической зоны (в море близ г. Анапа).

Учитывая относительно высокую сейсмическую активность для *Западной части* Северо-Кавказского региона в январе-феврале, апреле-августе и октябре-ноябре 2018 г., а также усиление геодинамической напряженности (по данным АО «Южморгеология» 02.02.2019 в Крымске было зафиксировано образование грязевого вулкана), можно ожидать проявления сейсмичности и в **марте 2019 г.** Количество событий скорее всего не превысит фоновых значений за 28 лет (2 события).

По данным ССД ЕГС РАН непосредственно в пределах *Сочинского полигона* в **марте** прошлых лет (за период 1991-2018 гг.) сейсмическая активность фиксировалась в 2016 г. и 2017 г. Для *Западной части* Северо-Кавказского региона, в том числе и в *районе Большого Сочи*, вероятность реализации землетрясений в **марте** составляет до 32 %, в т. ч. на *Сочинском полигоне* – 22 % (рис. 23).

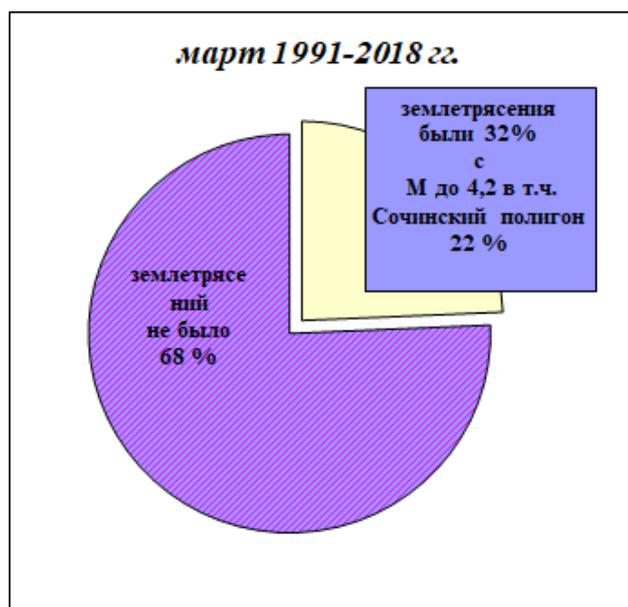


Рис. 23 Диаграмма распределения сейсмической активности в марте в течение предшествующего 28 летнего периода для Западной части Северо-Кавказского региона

В тектоническом отношении, в соответствие со схемой тектонического районирования Северного Кавказа альпийского этапа, проявление землетрясений может быть приурочено в основном к структурам Западно-Кубанского прогиба, Чвежипсинской складчатой зоны Северо-Западного Кавказа, а также к Туапсинскому прогибу.

Пространственное положение сейсмичности, зафиксированной в **марте** по данным ССД ЕГС РАН на рассматриваемой территории в период 1991-2018 гг. относительно элементов тектонического районирования Северного Кавказа показано на рис. 24.

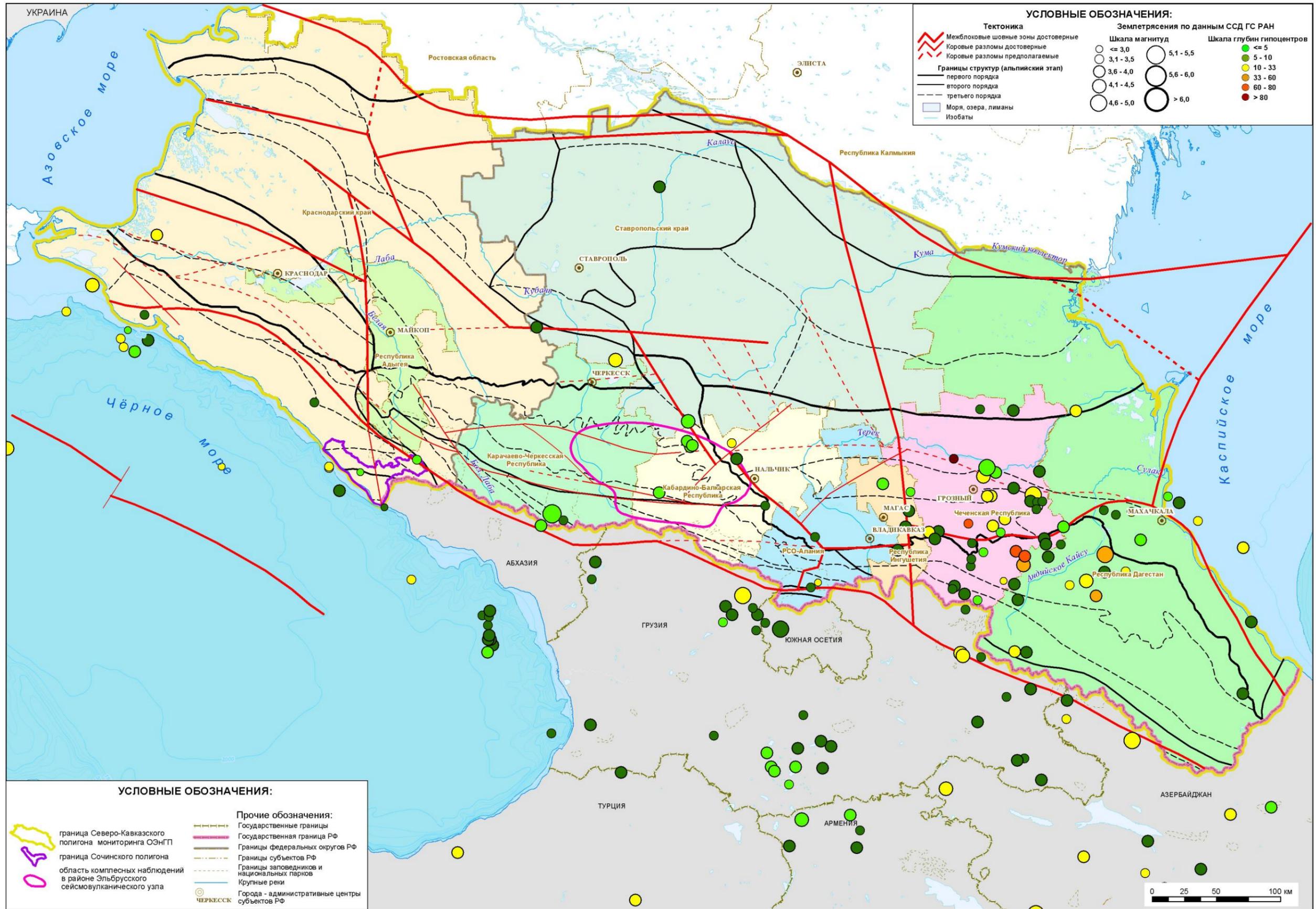


Рис. 24 Карта-схема сейсмичности, зафиксированной в марте по данным каталога ССД ЕГС РАН за период с 1991-2018 гг. относительно элементов тектонического районирования Северного Кавказа

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В **феврале 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 на территории Северо-Кавказского региона, в целом оценивается как *умеренно-аномальное*.

В том числе в пределах *Западной* части (в т.ч. на территории *Сочинского полигона*) и для *Центральной* части Северо-Кавказского региона - как *умеренно аномальное*, в пределах *Восточной части* - 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 в **феврале 2019 г.** произошло в *Восточной части* Кавказского региона (Предкавказье, складчато-глыбовое сооружение Большого Кавказа и прилегающая акватория Каспийского моря), где было зафиксировано 13 землетрясений в основном слабых и умеренных энергий (12 слабой и умеренной энергии и одно с  $m_b=5.2$  на территории Азербайджана), из них 5 на территории *Восточной части* Северного Кавказа.

В *Центральной части* Кавказского региона (Предкавказье, складчато-глыбовое сооружение Большого Кавказа) было зафиксировано 7 землетрясений слабых и умеренных энергий (из них все на территории *Центральной части* Северного Кавказа).

В пределах *Эльбрусского сейсмовулканического узла* сейсмическая активность зафиксирована в связи с реализацией двух землетрясений слабой энергии в тектоническом узле на пересечении Армави́ро-Невинномы́ского, Баксанского и Срединного разломов.

В *Западной части* Кавказского региона, в том числе в пределах *Сочинского полигона*, в феврале землетрясений зарегистрировано не было. Одно сейсмическое событие слабой энергии ( $m_b=3.5$ ) было зафиксировано 19.02.2019 г. за пределами рассматриваемой территории, в центральной части акватории Черного моря (на границе Западно-Черноморской впадины и вала Андрусова). Таким образом, в *Западной части* региона **февраль 2019 г.**, как и предшествующие декабрь 2018 г. и январь 2019 г., в отличие от предыдущих месяцев 2018 года, характеризующихся превышением среднего фонового уровня сейсмической активности относительно наблюдавшегося в последние 27 лет, характеризовался сейсмическим затишьем. При этом, по данным АО «Южморгеология» 02.02.2019 в окрестностях г. Крымск было зафиксировано образование грязевого вулкана, свидетельствующего о нарастании напряжений в *Западной части* Кавказского региона.

Также отмечается продолжение слабой сейсмической активизации, зафиксированной в августе-декабре на территории Малого Кавказа.

Анализ ежедекадных трендов ГГД поля показал, что на территории Северо-Кавказского региона в феврале 2019 г. сейсмические события от слабых до умеренных энергий произошли в условиях сжатия и растяжения геологической среды.

*Оценка степени сейсмической опасности* на февраль 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.

Как и прогнозировалось, наибольшее проявление сейсмического процесса в виде событий слабой и умеренной энергии в **феврале** 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°). Как и прогнозировалось количество вероятных сейсмических событий М до 5.5 в Восточной части Кавказского региона несколько превысило среднемноголетний уровень для последних лет (8-10), но оказалось не более значений самого активного года. Для Центрального и Западного сегментов Кавказа сейсмическая активизация не превысила прогнозируемых значений.

Из результатов ретроспективного анализа сейсмического режима за последние 28 лет следует, что в **марте 2019 г.** на фоне некоторого сезонного спада, сейсмическая активность наиболее вероятна в Восточном и Центральном сегментах Большого Кавказа с реализацией землетрясений преимущественно слабых и умеренных, реже сильных энергий. Подавляющее большинство реализовавшихся землетрясений за период 1991-2018 гг. имело энергии ( $3 < M \leq 5,0$ ). При этом самое сильное для марта (1991-2018 гг.) событие с  $m_b=5.2$  было зафиксировано в марте 2013 г. на южном склоне складчато-глыбового поднятия Центрального Кавказа в т.н. Кти-Тебердинской очаговой области.

По результатам комплексного анализа имеющихся данных ГГД-мониторинга, газо-гидрогеохимического и геофизического мониторинга за **февраль 2019** года и оценки *степени сейсмической опасности* на **март 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 сеймогеодинамического режима, можно предположить, что в **марте 2019 г.** количество вероятных сейсмических событий М до 5.5 в *Восточной части Северо-Кавказского региона* может превысить среднемноголетний уровень для последних лет (8-10), но не более значений самого активного года (т.е. не более 16).

В *Центральной части* Северо-Кавказского региона (в том числе в пределах *Эльбрусского сейсмовулканического узла*) в **марте 2019 г.**, (при сохранении текущего умеренно-аномального сеймогеодинамического режима и учитывая реализацию 06.11.2018 г. относительно сильного ( $m_b=5.1$ ) землетрясения в Рачинской очаговой области), количество сейсмических событий может быть несколько выше среднемноголетних значений сейсмичности последних лет (5 землетрясений) для *Центральной части* Кавказского региона (в том числе в пределах *Эльбрусского сейсмовулканического узла*), но, вероятнее всего не превысит уровня самых активных лет, т.е. не более 10 событий.

Учитывая относительно высокую сейсмическую активность для *Западной части* Северо-Кавказского региона, фиксировавшуюся в январе-феврале, апреле-августе и октябре-ноябре 2018 г., а также усиление геодинамической напряженности (по данным АО «Южморгеология» 02.02.2019 в Крымске было зафиксировано образование грязевого вулкана), можно ожидать проявления сейсмичности и в **марте 2019 г.** Количество событий, вероятно не превысит фоновых значений за 28 лет (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 февраль 2019 г.

От Исполнителя:

Управляющий директор

А.В. Соловьев

Ответственный исполнитель

В.А. Фоменко

Геленджик 2018 г.

## ВВЕДЕНИЕ

Бюллетень за февраль 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.

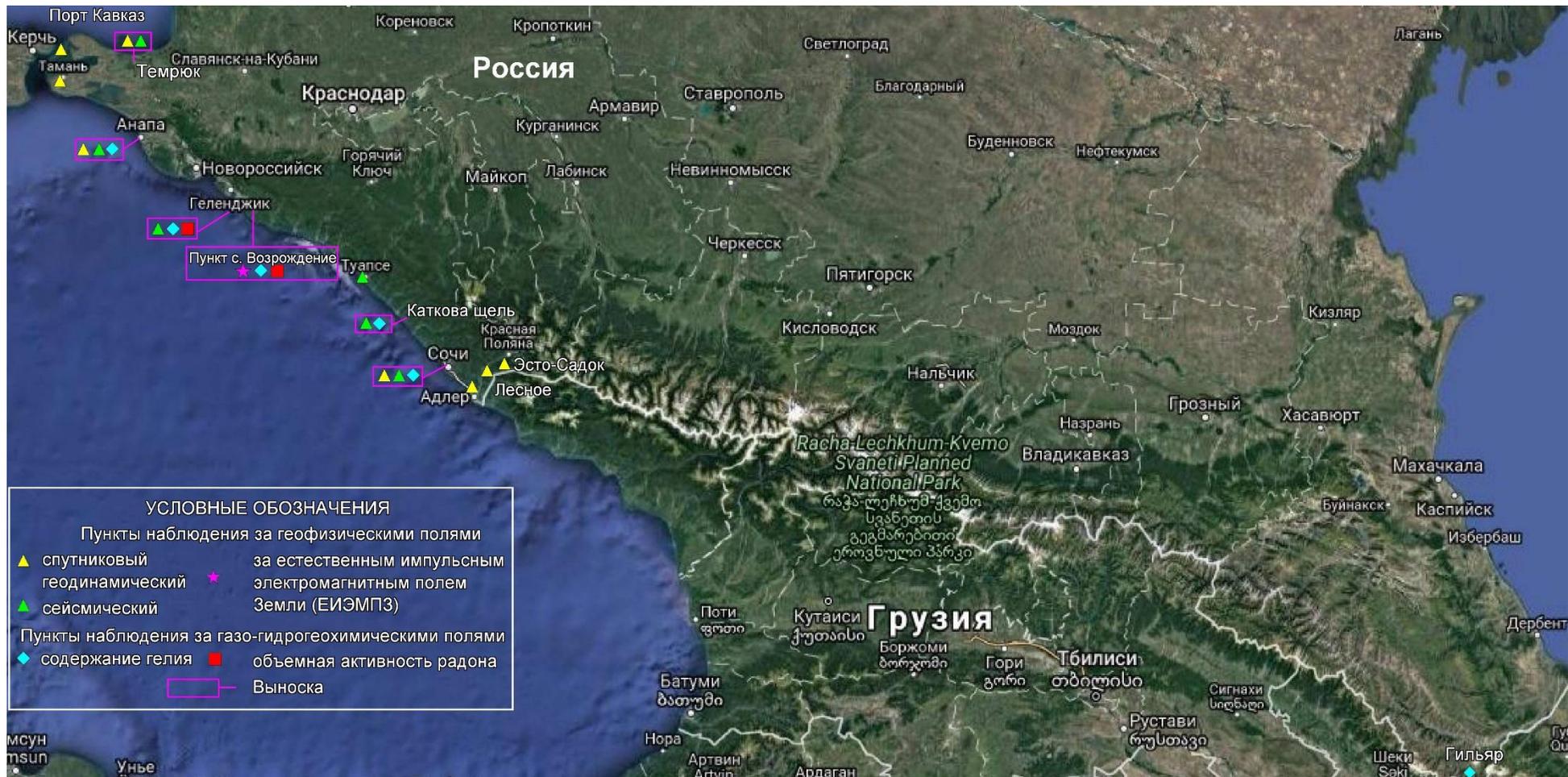


Рис. 1.1 Сеть пунктов наблюдений за геофизическими и газо-гидрогеохимическими полями в 2019 г.

### 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 Краснодарского края (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.

В феврале 2019 г. произошло одно землетрясение 19.02.2019 ( $M=3,3$ ) в центре Чёрного моря в районе Центрально-Черноморского разлома. Глубина гипоцентра составила 50 км и расстояние 200 км к юго-востоку от Севастополя. Предполагаемое направление смещения главной плоскости сдвига  $61^\circ$ , 02.02.2019 в Крымске было зафиксировано образование грязевого вулкана. Выбрасывание грязи сопровождалось дрожанием земли.

Северо-западный фрагмент сети включает СГП: г. Темрюк, г. Порт-Кавказ, г. Тамань и г. Анапа. В составе юго-восточного фрагмента сети СГП были получены данные на станциях г. Адлер, г. Сочи, с. Эсто-Садок.

В этот период были получены данные на СГП г. Адлер, г. Сочи, с. Эсто-Садок, г. Тамань, п. Порт-Кавказ, г. Адлер, г. Анапа и г. Темрюк. Движения пунктов представлены на рисунках 1.2-1.19

Плановая траектория пункта Тамань начинает выдерживать направление в сторону многолетнего тренда. По высоте отмечается подъём в период извержения вулкана в Крымске 02.02.2019 г. (рис.1.2, рис. 1.3).

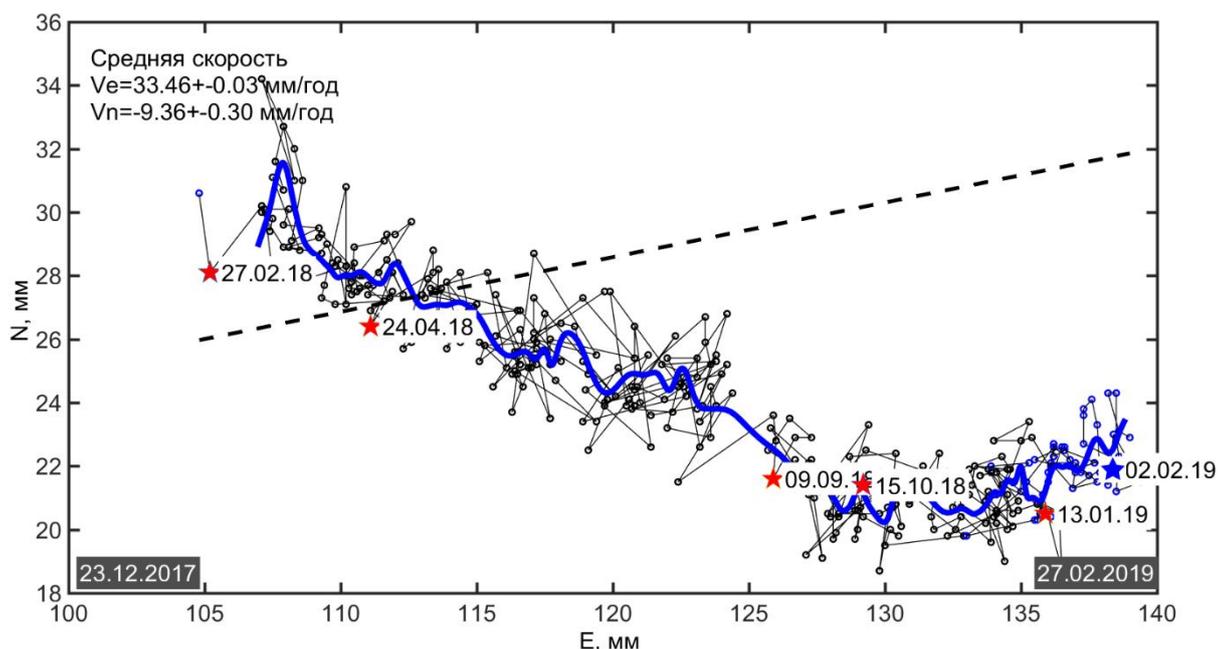


Рис.1.2 Движение пункта Тамань и сейсмичность в горизонтальной плоскости в 2017-2019 гг.

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. Синяя звёздочка – активизация грязевых вулканов.

Вертикальное движение СГП г. Тамань представлено на рисунке 1.3.

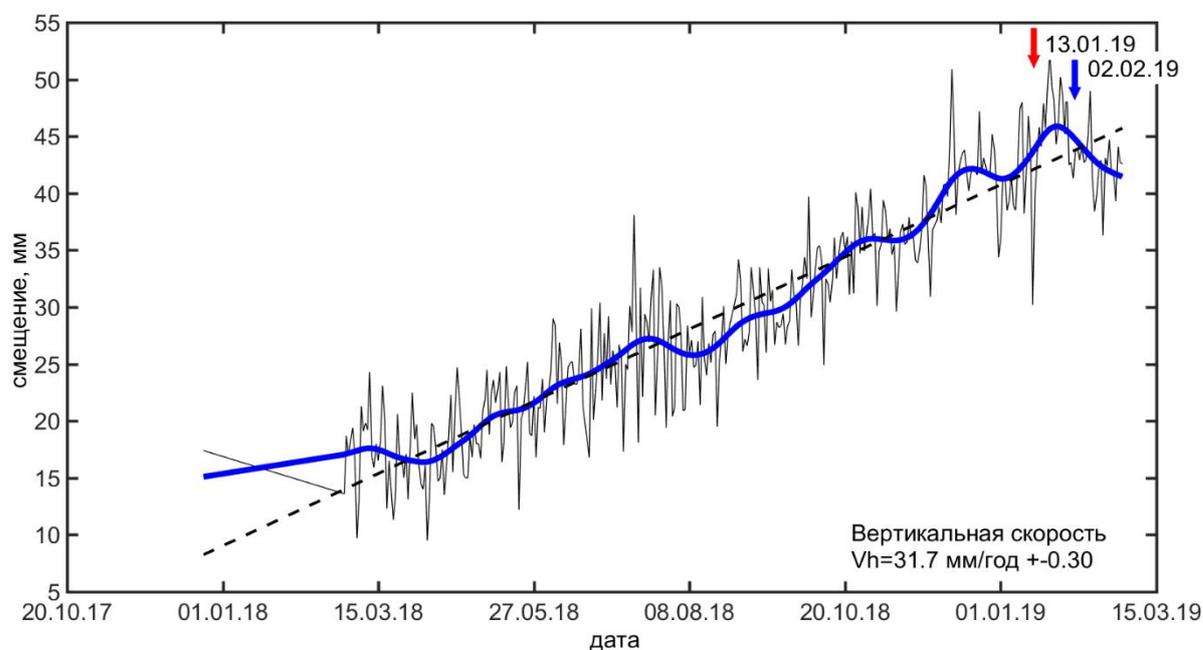


Рис.1.3 Вертикальное движение Тамань и сейсмичность в 2016-2019 гг.

Условные обозначения: 1-3 - траектория движения: 1 - исходная (посуточная), 2 - сглаженная, 3 - тренд; 4 - дата ближайшего сейсмособытия. Синие стрелки – активизация грязевых вулканов.

На СГП Эсто-Садок горизонтальная траектория (Рис.1.4) вышла к линии тренда. Также наблюдается спад высоты (Рис.1.5) с 2018 г. (-8.1 мм/год) что контрастирует с величиной среднего подъёма (2-3 мм/год).

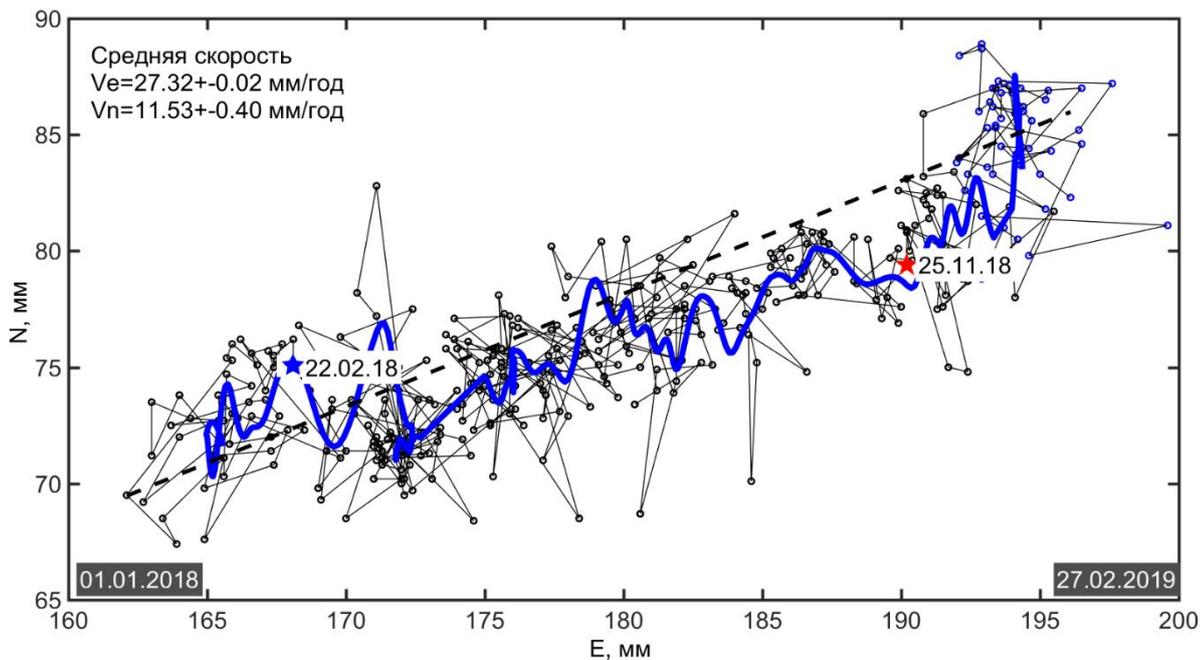


Рис.1.4 Движение пункта Эсто-Садок и сейсмичность в горизонтальной плоскости в 2018-2019 гг.

Условные обозначения даны на рис. 1.2.

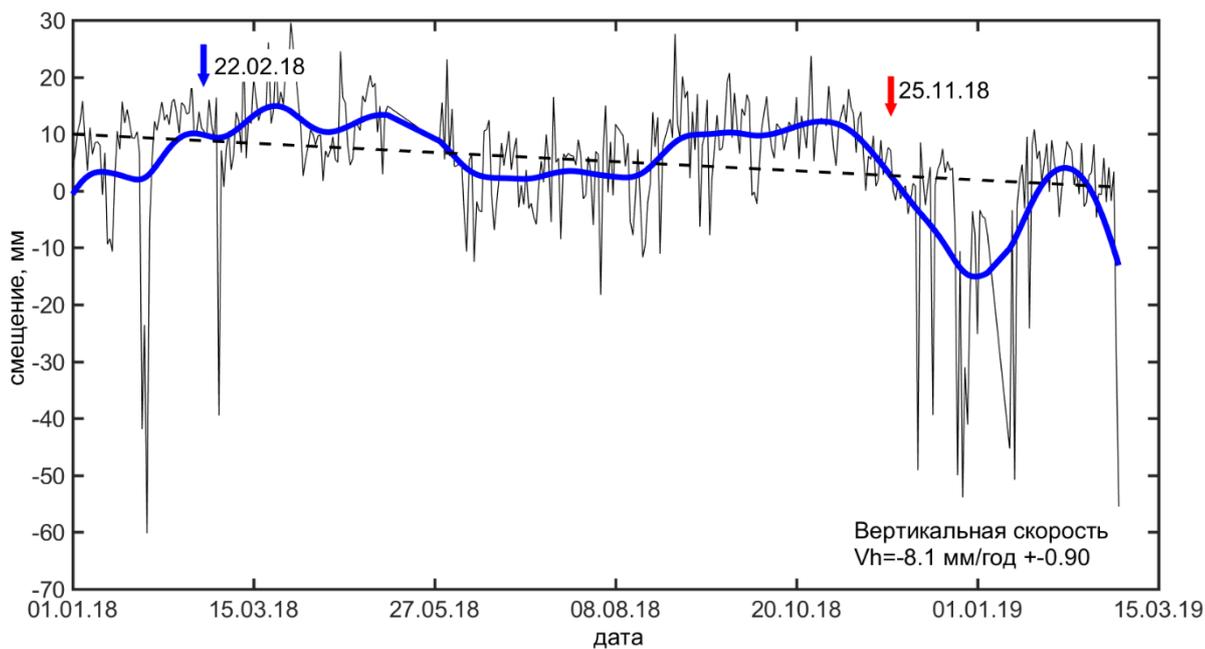


Рис. 1.5 Вертикальное движение Эсто-Садок и сейсмичность в 2018-2019 гг.

Условные обозначения даны на рис. 1.3.

Горизонтальная траектория СГП Сочи (Рис. 1.6) приблизилась к многолетнему тренду. Нет заметных аномалий и по высоте (Рис.1.7). Средняя вертикальная скорость подъёма пункта Сочи с 2018 г. составляет 15 мм/год, что значительно отличается от опускания этого пункта с 2011 г. со скоростью 4-5 мм/год.

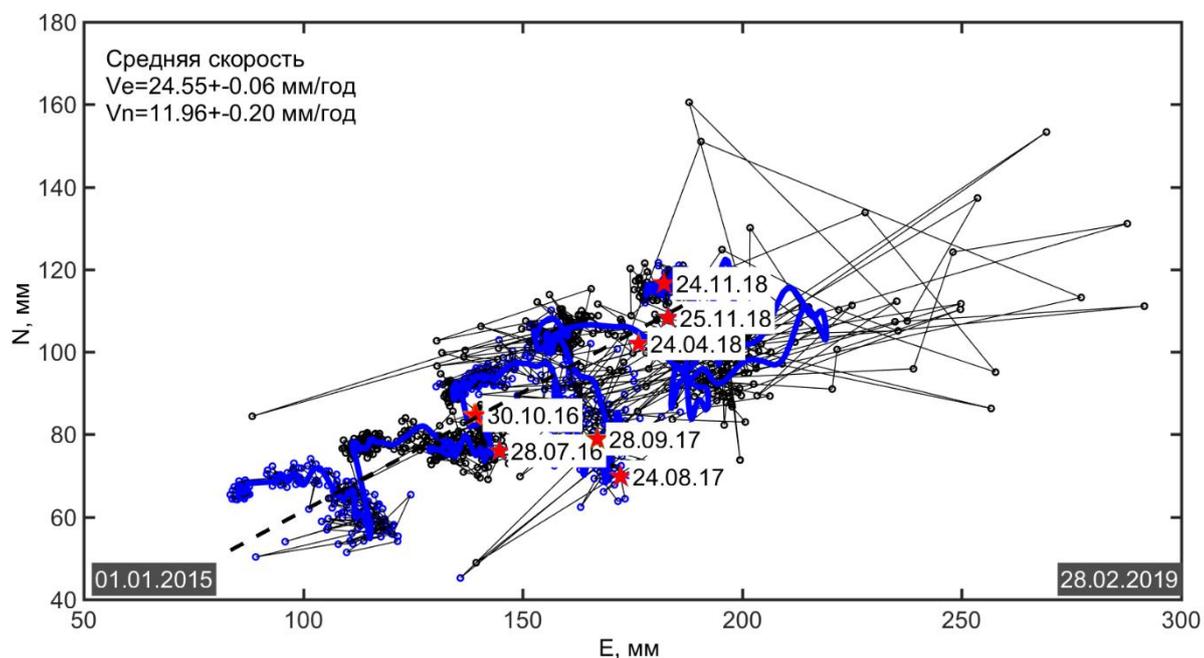


Рис. 1.6 Движение пункта Сочи и сейсмичность в горизонтальной плоскости в 2018-2019 гг.

Условные обозначения даны на рис. 1.3.

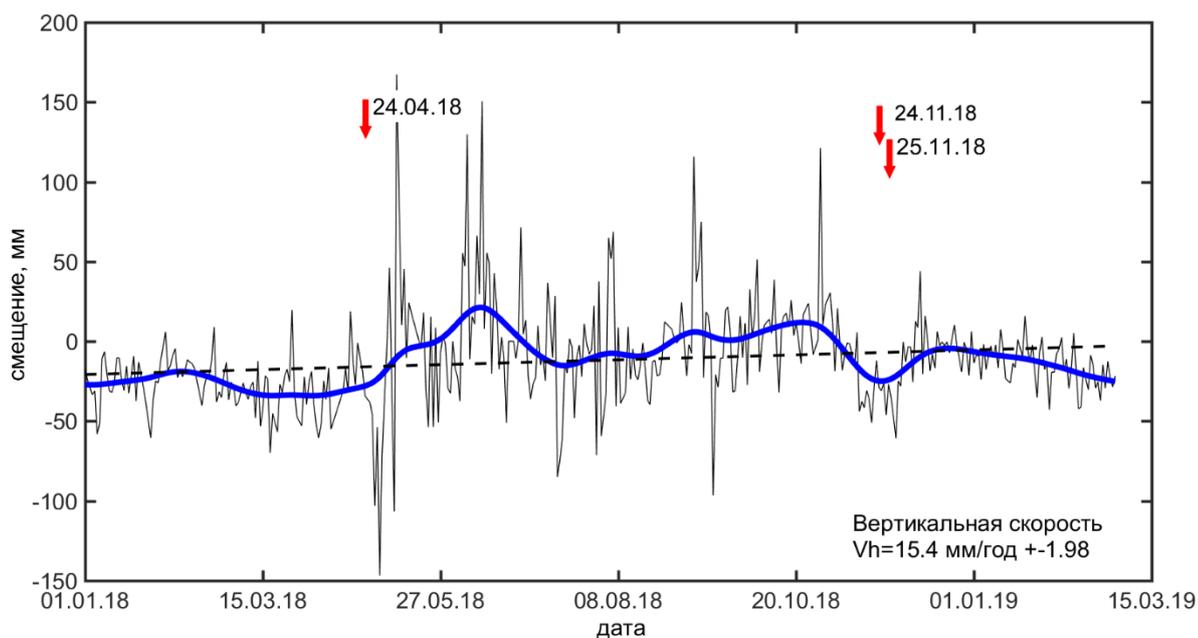


Рис.1.7 Вертикальное движение СГП Сочи и сейсмичность в 2018-2019 гг.

Условные обозначения приведены на рис.1.3.

СГП Адлер — единственный пункт, где сохранилась плановая юго-восточная аномалия (Рис.1.8). По высоте (Рис.1.9) сохраняется его обычное слабое опускание вблизи нулевой скорости.

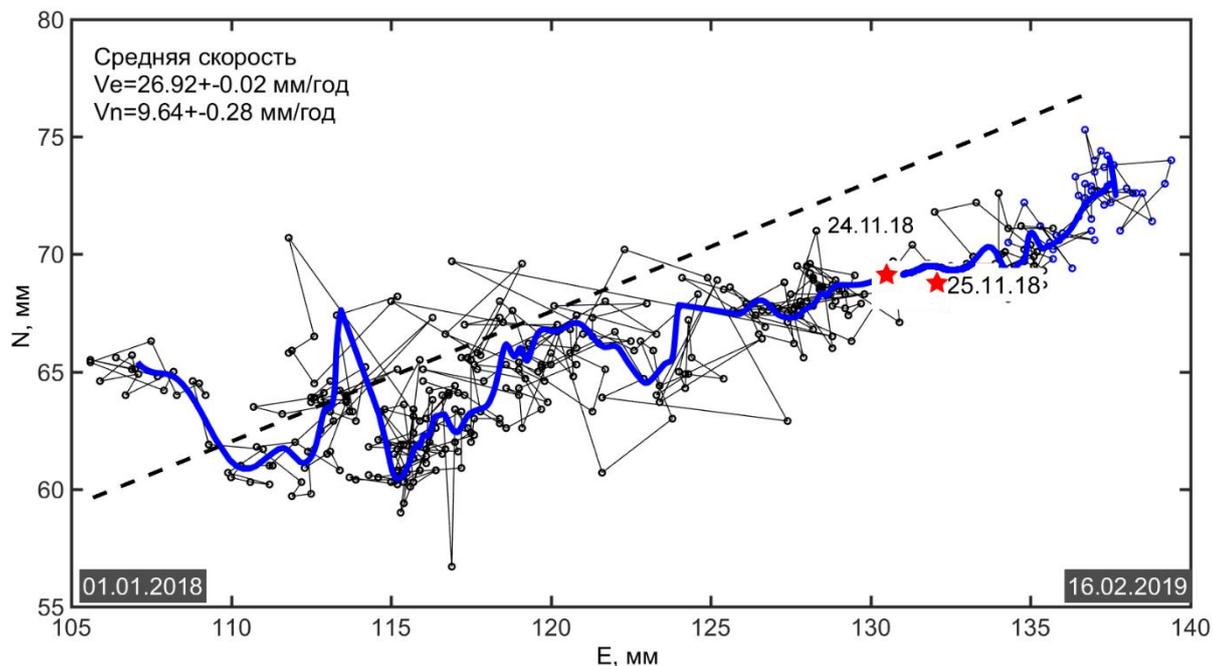


Рис.1.8 Движение пункта Адлер и сейсмичность в горизонтальной плоскости в 2018-2019 гг.

Условные обозначения даны на рис. 1.2.

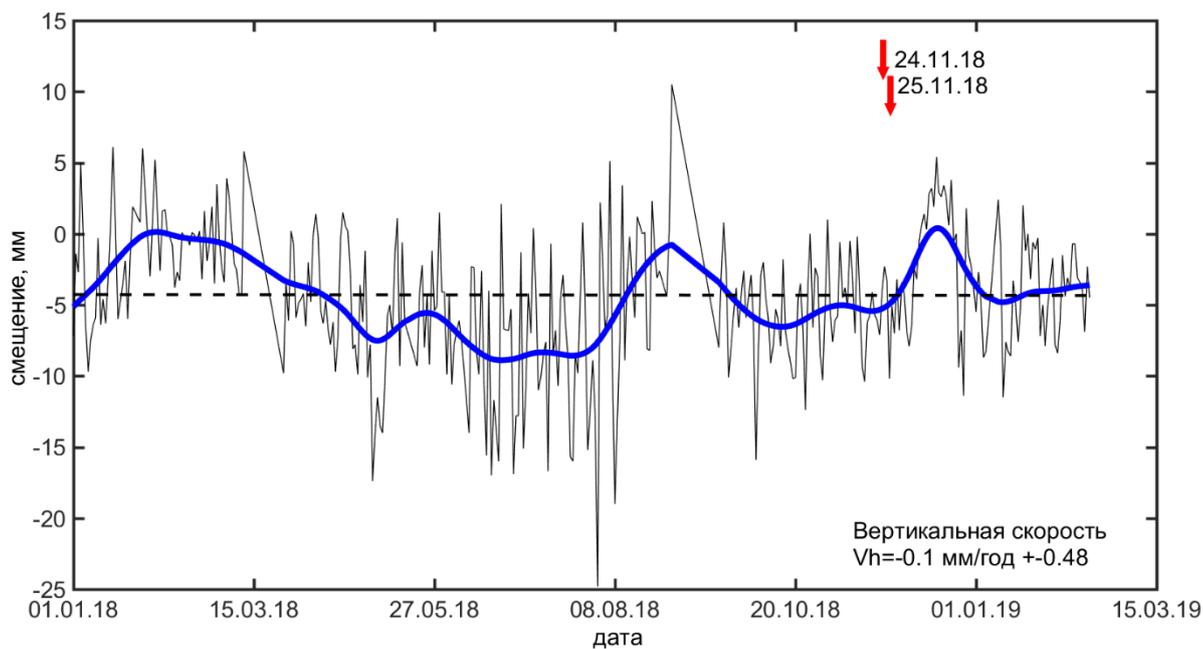


Рис.1.9 Вертикальное движение СГП Адлер и сейсмичность в 2018-2019 гг.

Условные обозначения даны на рис. 1.3.

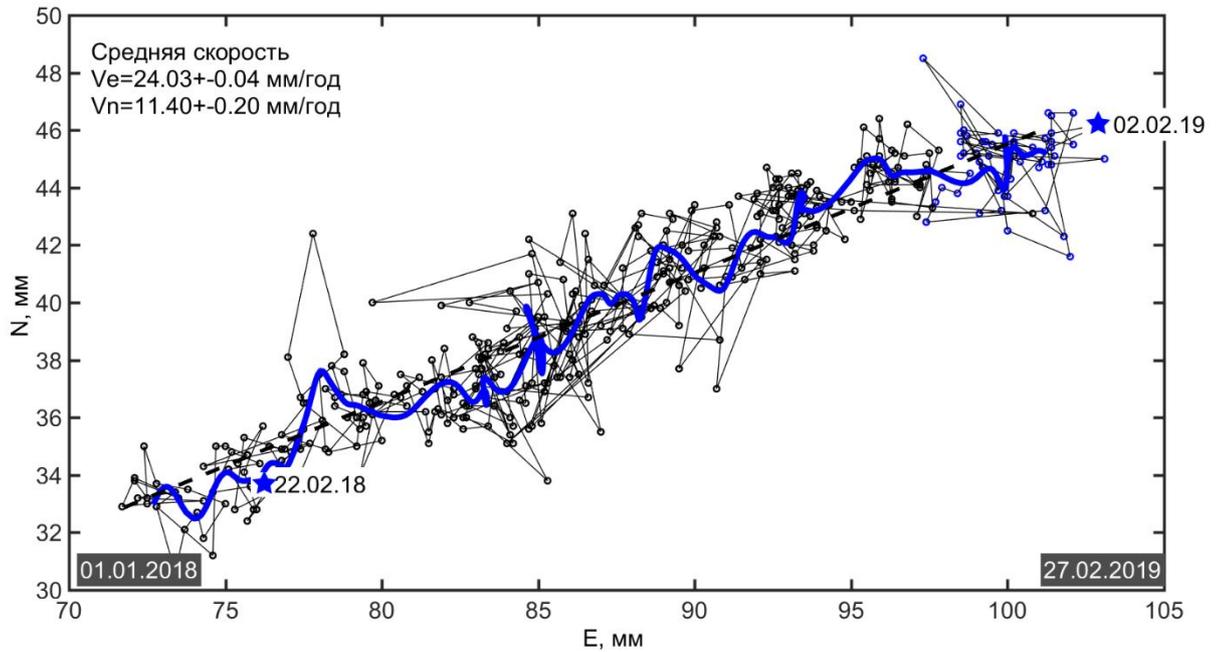


Рис.1.10 Движение Темрюк и сейсмичность в горизонтальной плоскости в 2018-2019 гг. Условные обозначения даны на рис. 1.2.

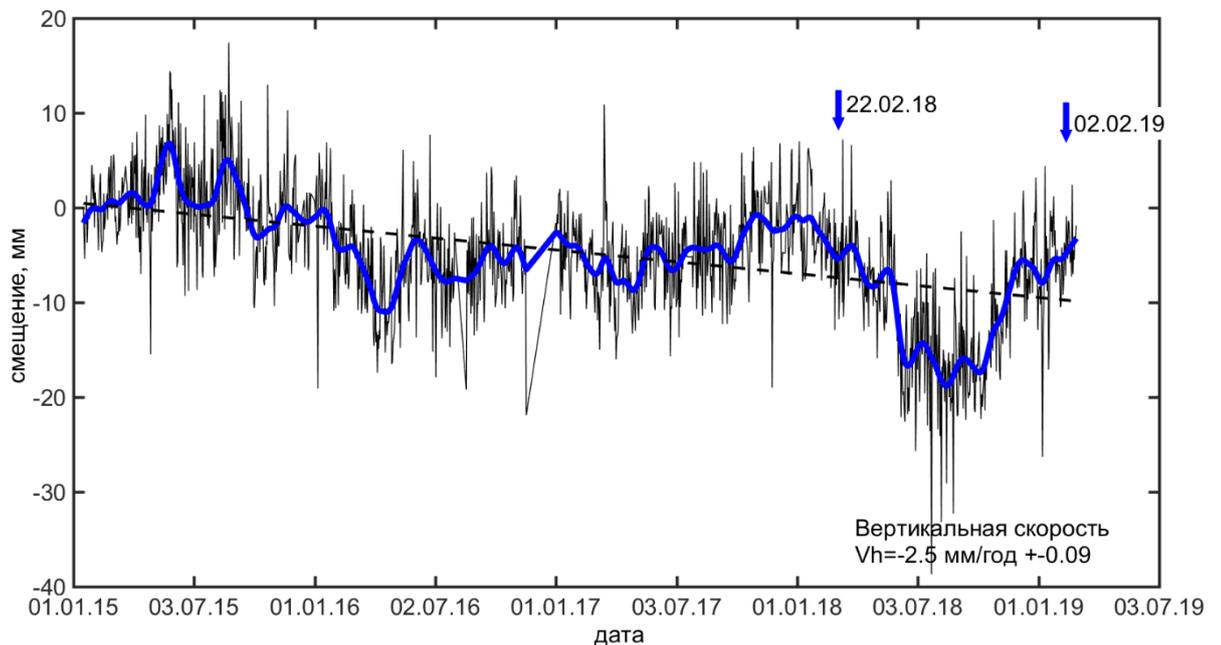


Рис.1.11 Вертикальное движение Темрюк и сейсмичность в горизонтальной плоскости в 2018-2019 гг. Условные обозначения даны на рис. 1.3.

Движение в горизонтальной плоскости СГП Анапа (Рис.1.12) после активизации грязевого вулкана 02.02.2019 г. начинает быстро возвращаться к тренду основного движения. На фоне стабильного движения по высоте (Рис.1.13) заметно резкое проседание пункта в момент активности грязевого вулкана 02.02.2019 г.

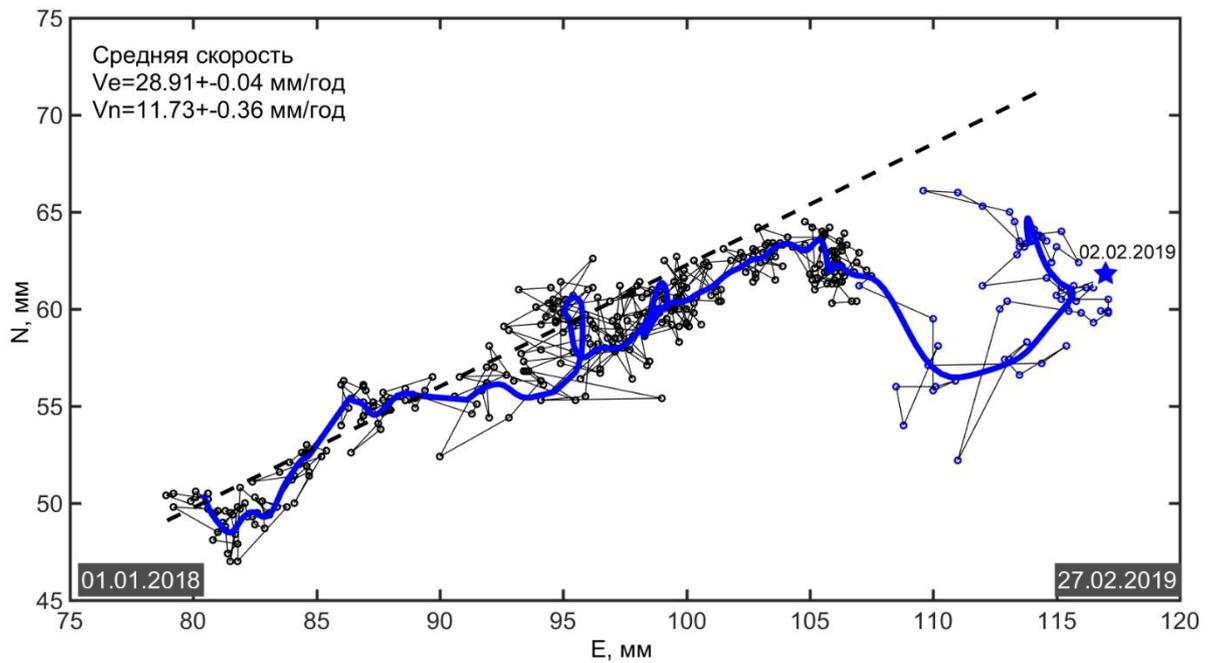


Рис.1.12 Движение Анапа и сейсмичность в горизонтальной плоскости в 2018-2019 гг. Условные обозначения даны на рис. 1.2.

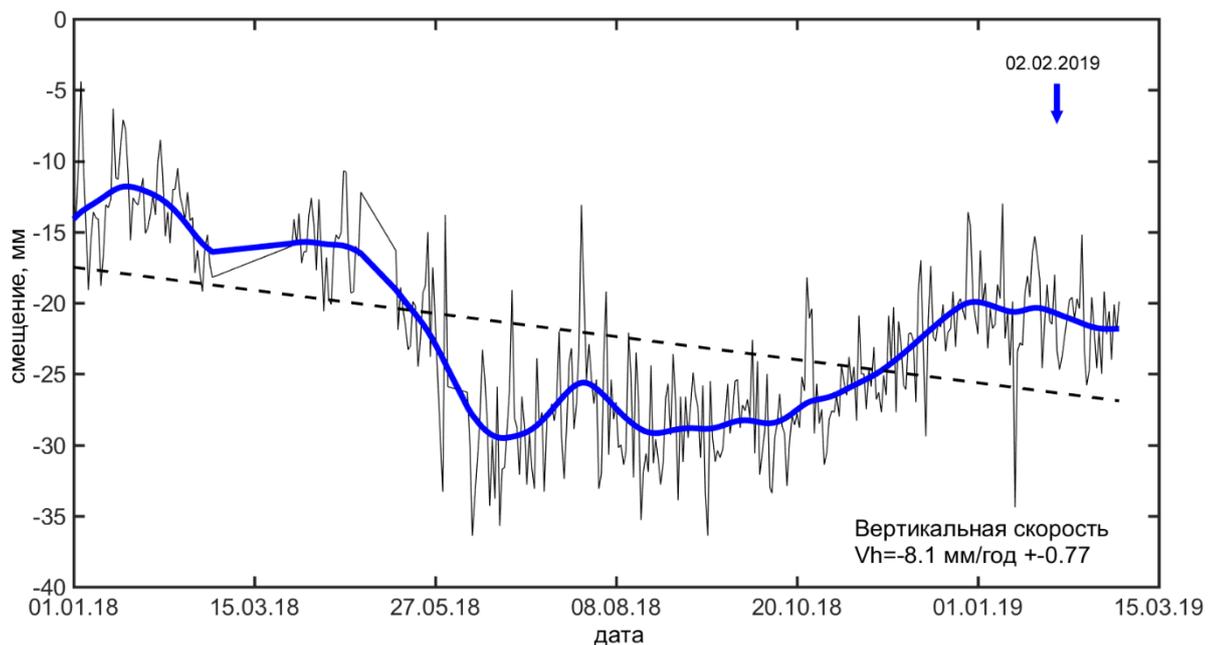


Рис.1.13 Вертикальное движение Анапа и сейсмичность в 2018-2019 гг. Условные обозначения даны на рис. 1.3.

Плановое движение пункта Порт-Кавказ (Рис.1.14) постепенно смещается к тренду но осложнено сильными флуктуациями в направлении север-юг. Подъём высоты (Рис.1.15) со скоростью 10 мм/год с начала 2018 г. сменился опусканием в феврале 2019 г.

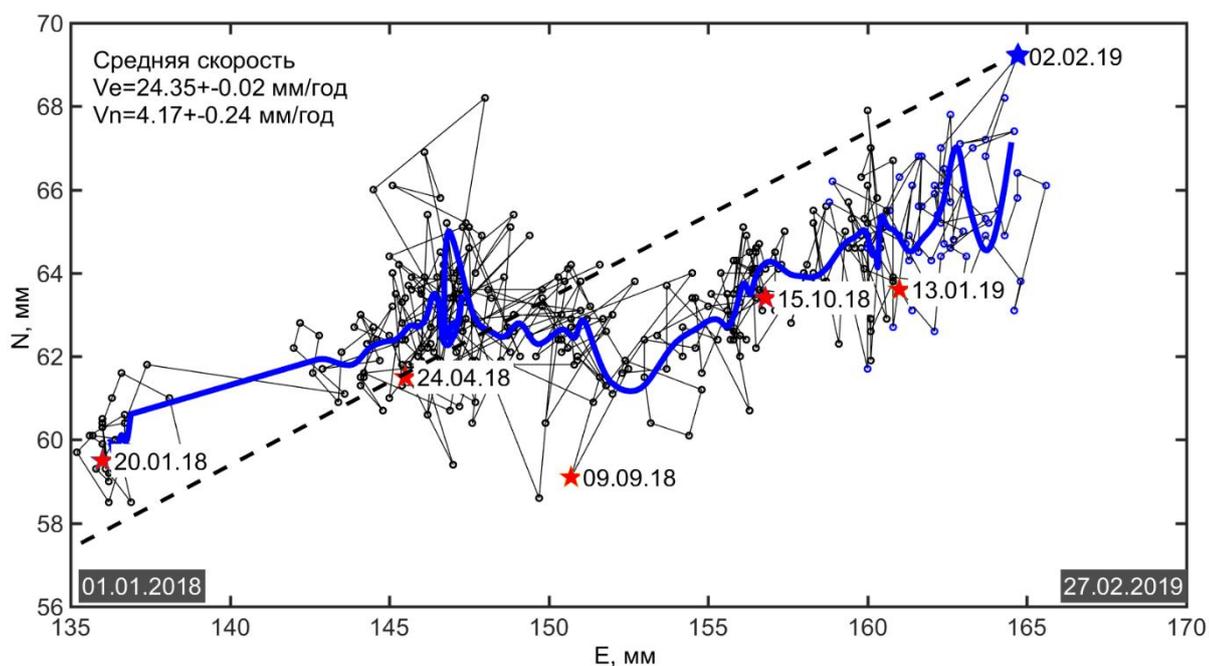


Рис.1.14 Движение Порт-Кавказ и сейсмичность в горизонтальной плоскости в 2018-2019 гг.  
Условные обозначения даны на рис. 1.2.

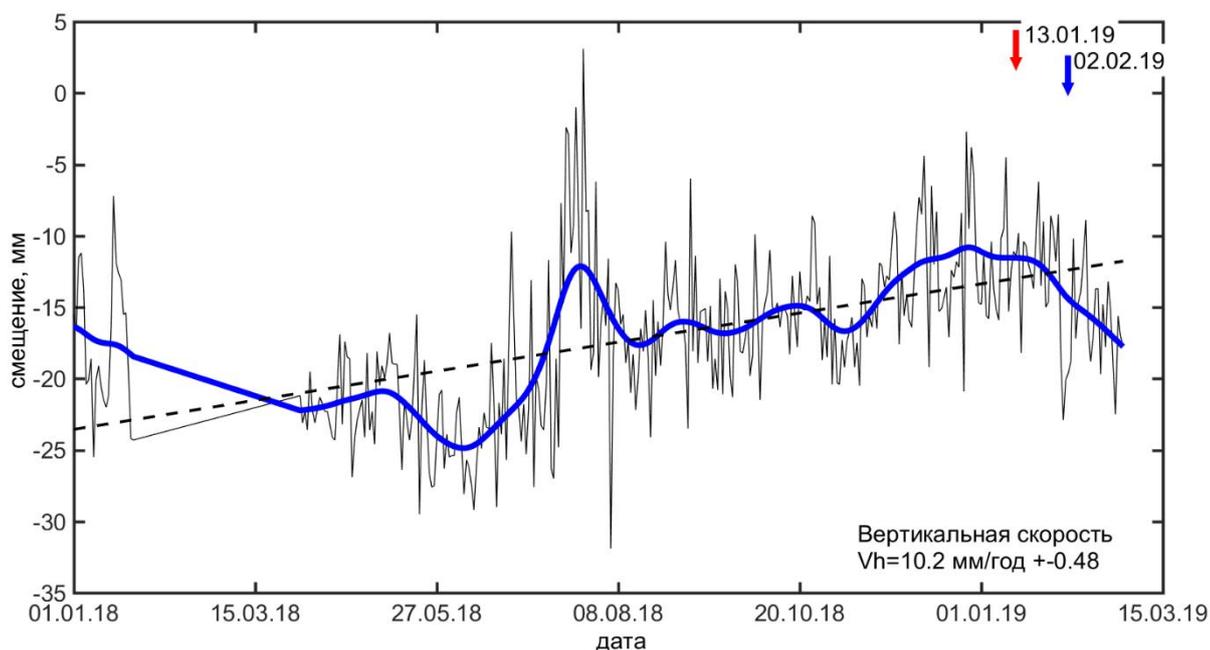


Рис.1.15 Вертикальное движение Порт-Кавказ и сейсмичность в 2018-2019 гг.  
Условные обозначения даны на рис. 1.3.

Крымская международная станция CRAO после отчётливой юго-восточной плановой аномалии (Рис.1.16) и бухтообразного спада по высоте (Рис.1.17) на фоне события 13.01.2019 у Крымского побережья ( $M=3.7$ ), восстановила движение вблизи тренда.

Наблюдается повышенная скорость опускания с 2018 г. (-8.4 мм/год) относительно вертикального тренда (-1.5 — 2.4 мм/год).

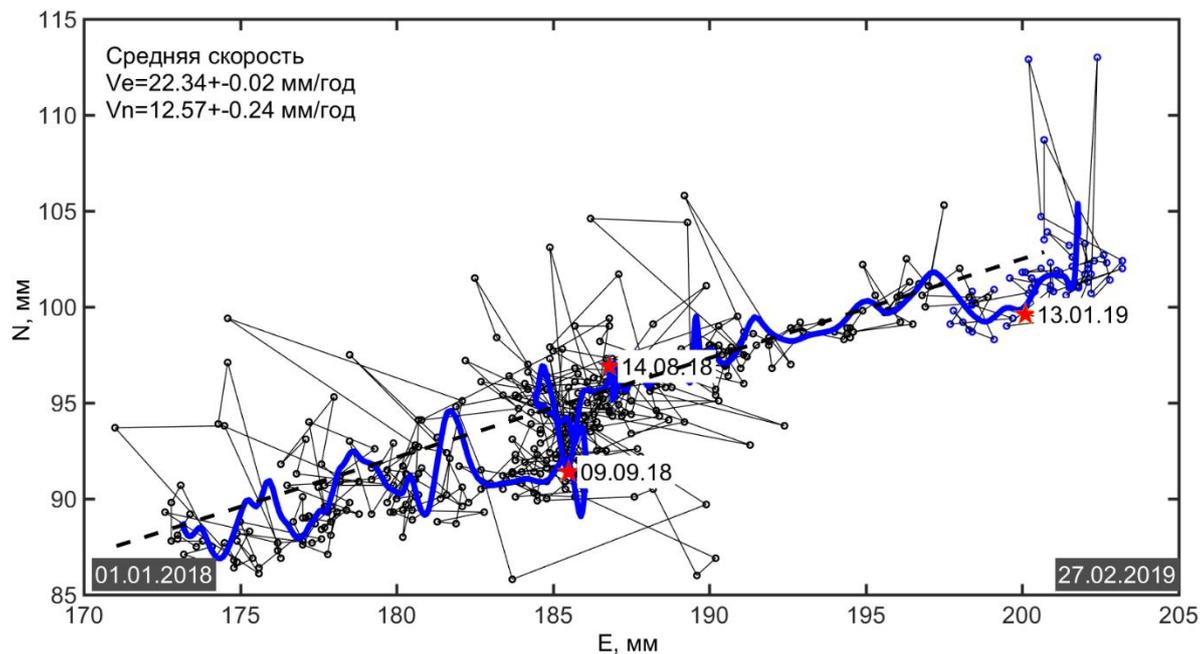


Рис.1.16 Движение станции Крымской Академии наук (сгао) вблизи п. Симеиз в горизонтальной плоскости в 2018-2019 гг.

Условные обозначения даны на рис. 1.2.

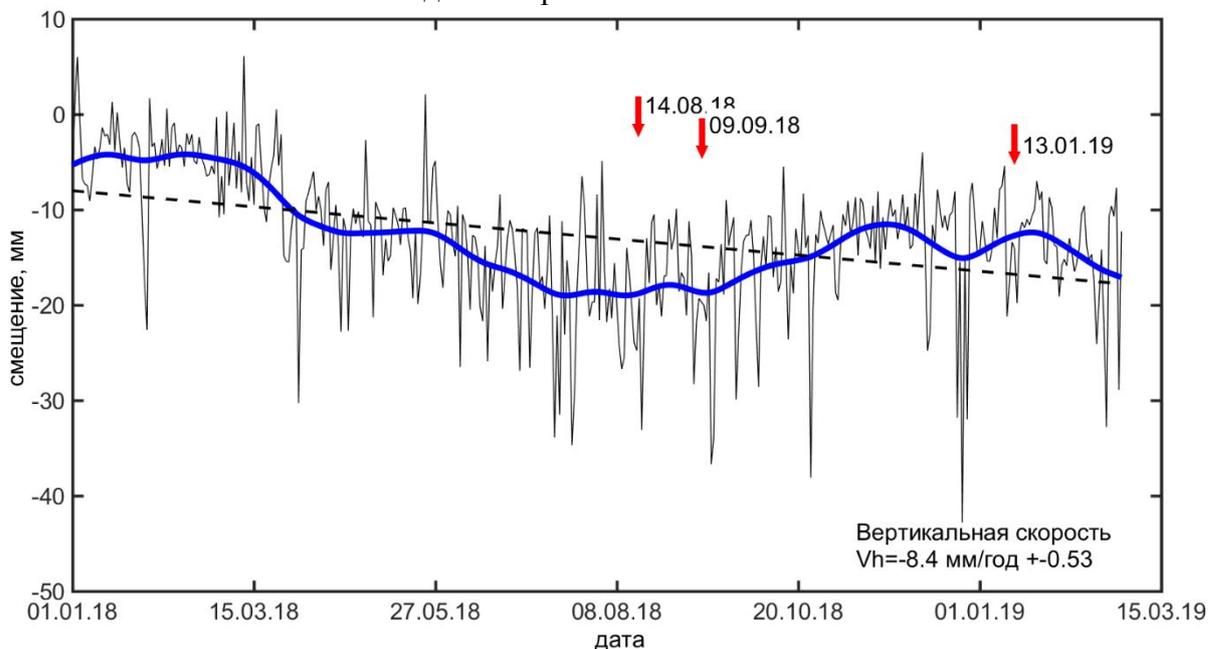


Рис.1.17 Движение станции Крымской Академии наук (сгао) вблизи п. Симеиз по высоте в 2017-2018 гг.

Условные обозначения даны на рис. 1.3.

### 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 эндогеодинамического 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.

### 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 февраль текущего года построен график вариаций количества и амплитуды электромагнитных импульсов (Рис. 1.18).

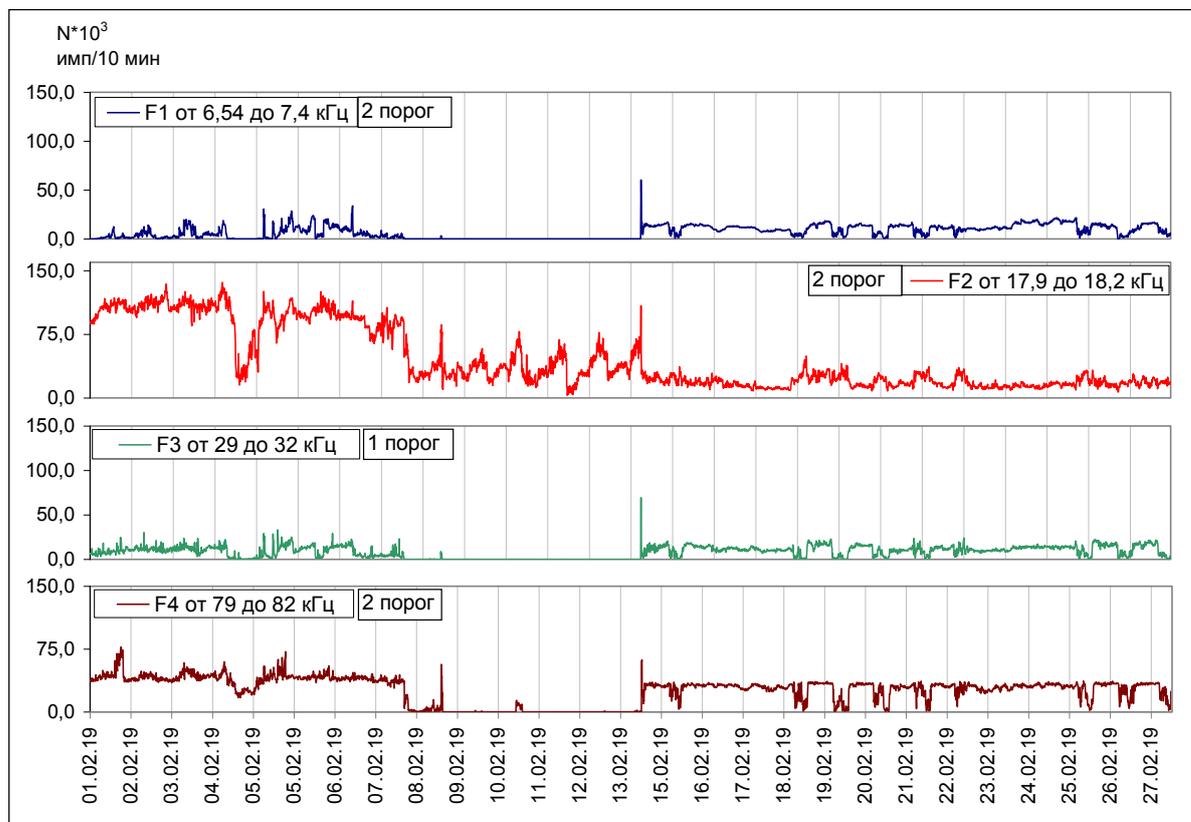


Рис. 1.18 График вариаций количества и амплитуды электромагнитных импульсов на пункте с. Возрождение в феврале 2019 г.

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

### 1.2.1. Наблюдения за содержанием гелия

Наблюдения за содержанием гелия в подземных водах за февраль 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.

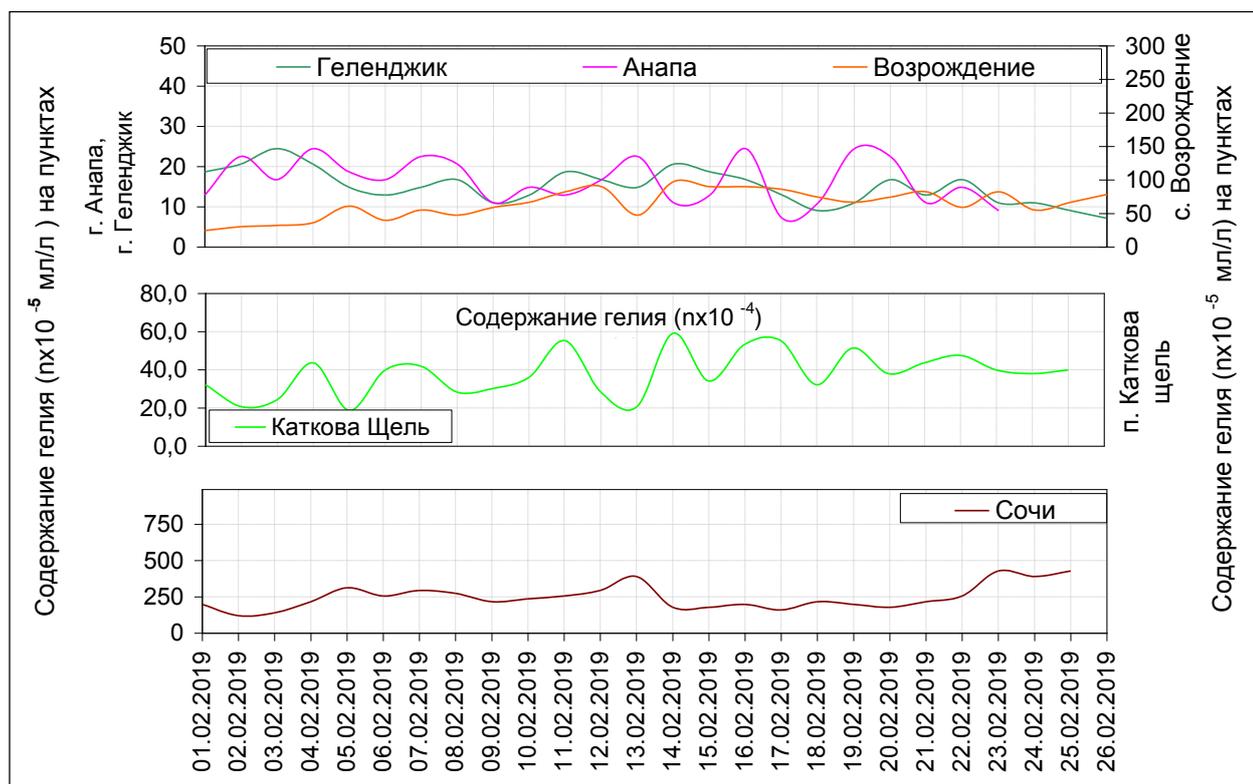


Рис. 1.19 Изменение содержания гелия в подземных водах пунктов Азово-Черноморской прибрежной зоны в феврале 2019 г.

### 1.2.2. Наблюдения за содержанием объемной активности радона

Определение содержания объемной активности радона в феврале 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 феврале представлены на рисунке 1.20 (с. Возрождение) и рисунке 1.21 (г. Геленджик).

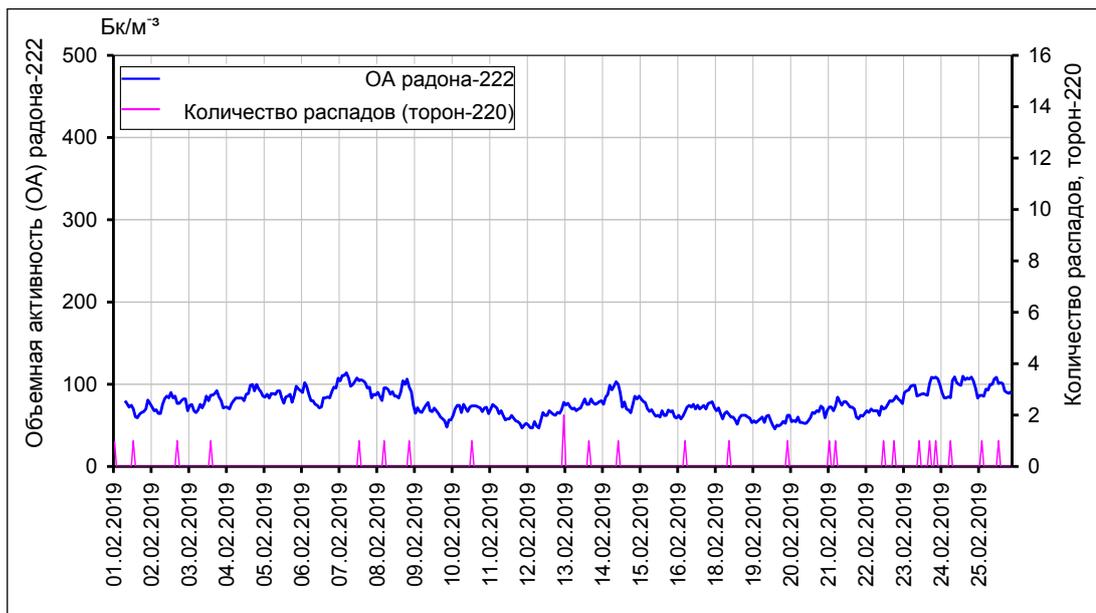


Рис. 1.20 Объемная активность (ОА) радона-222 и количество распадов (торон-220) на пункте с. Возрождение в феврале 2019 г.

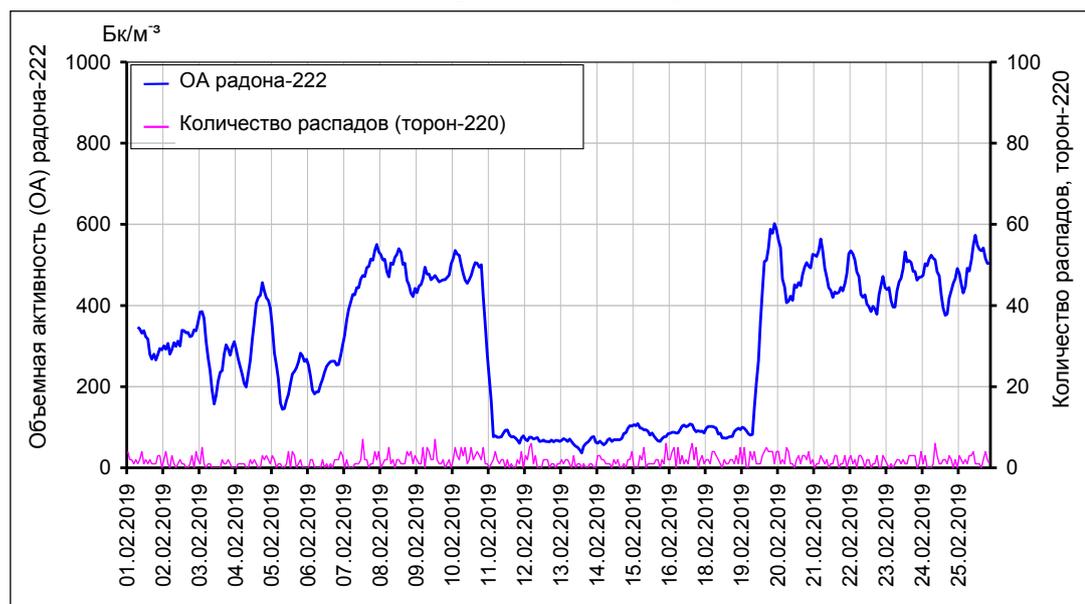


Рис. 1.21 Объемная активность (ОА) радона-222 и количество распадов (торон-220) на пункте г. Геленджик в феврале 2019 г.

## 2. ОЦЕНКА СЕЙСМОГЕОДИНАМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ И СТЕПЕНИ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ В ПРЕДЕЛАХ АЗОВСКОЙ, ЧЕРНОМОРСКОЙ И КАСПИЙСКОЙ ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО СЕЙСМОАКТИВНОГО РЕГИОНА ЗА ФЕВРАЛЬ 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 февраль 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 ( $\text{Бк}\cdot\text{м}^{-3}$ ).

Геофизические и газо-гидрогеохимические аномалии отмечены в период с 11.02.2019 по 19.02.2019. В феврале отмечено повышение содержания гелия в подземных водах на пункте п. Каткова Щель и значительный рост содержания ОА радона на пункте г. Геленджик.

В феврале 2019 г. сейсмогеодинамическая активность проявлялась в районе западного фрагмента сети СГП на территории Таманского полуострова и в акватории Чёрного моря.

Общая картина движений СГП как западного так восточного фрагмента сети не даёт оснований прогнозировать в марте значительную сейсмическую активность в районе Азово-Черноморского побережья РФ.