

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН
Международный круглый стол
«Будущее Каспия. Научные проекты и исследования»

Техногенные землетрясения на нефтяных месторождениях Терско-Каспийского прогиба

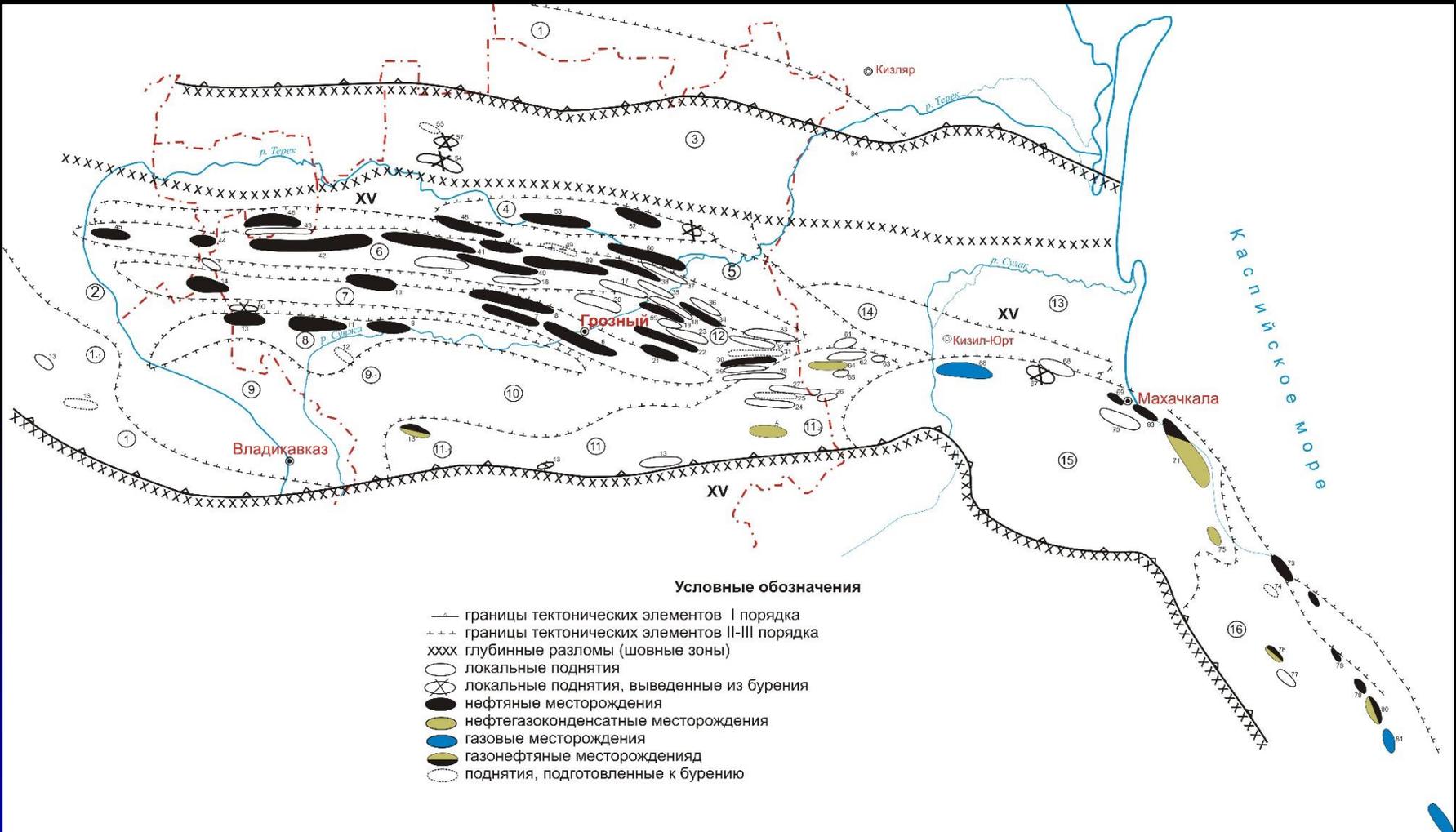
Ибрагим А. Керимов
Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН
Академия наук Чеченской Республики

28-29 ноября 2018 г.
г. Москва

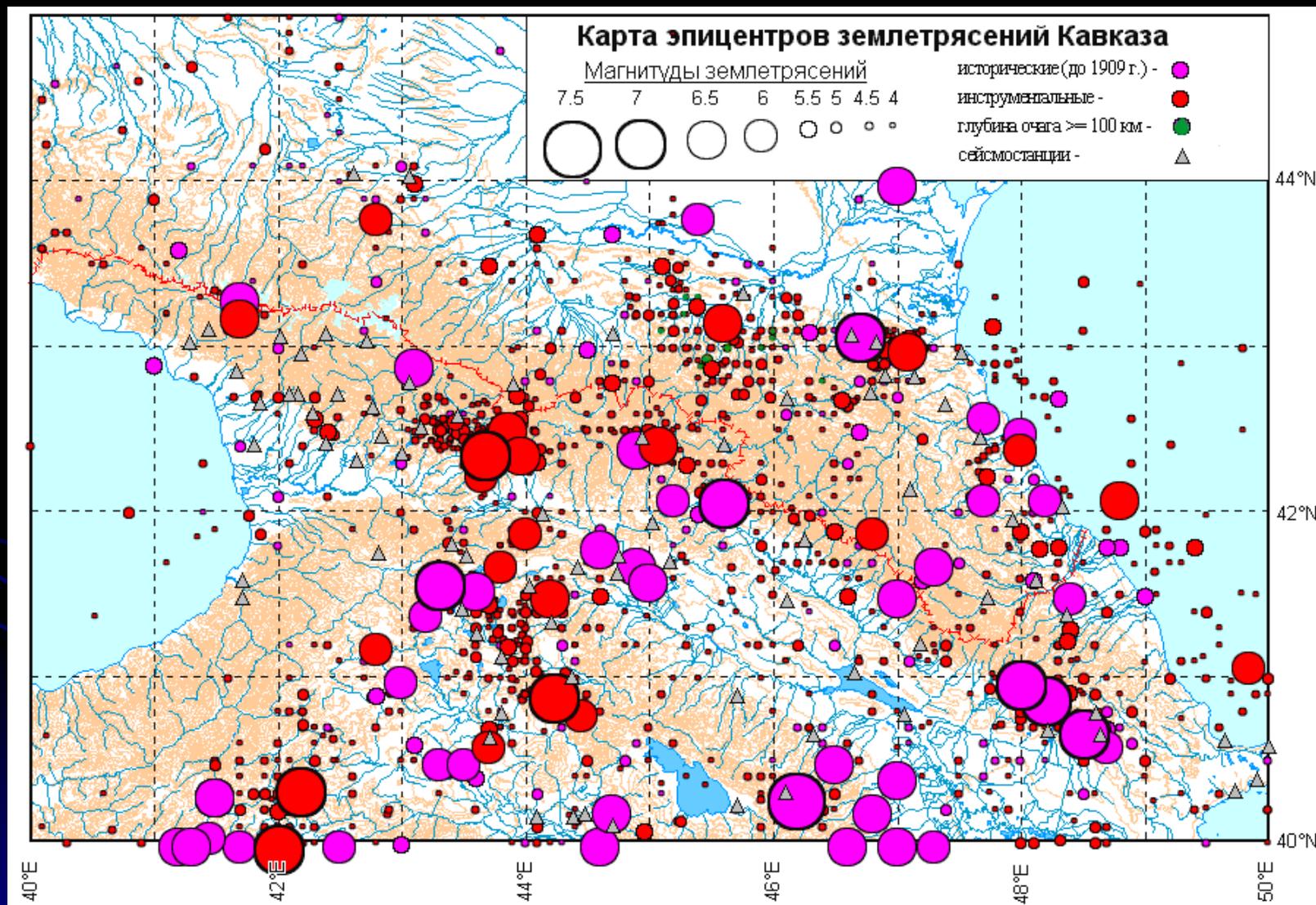
Землетрясения на нефтегазовых месторождениях

Страна, месторождение	Магнитуда	Характеристика землетрясения	
		Глубина очага	Дополнительная информация
Газовые месторождения			
Узбекистан, Газлийское	6,8–7,3	25-30	За 8 лет 3 катастрофических землетрясения
Нефтяные месторождения	–	–	–
Россия, Нефтегорское	7,2–7,6	15-20	1995 г. –
Россия, Старогрозненское	4,7	2,5 км	В 1971 г. индуцированное землетрясение
Туркменистан, Кумдагское	5,7	7–8 км	В 1983 г. индуцированное землетрясение
Ромашкинское, Россия	3,8	5-10	1986 г. индуцированное землетрясение

Тектоническая карта ТКП с элементами нефтегазогеологического районирования



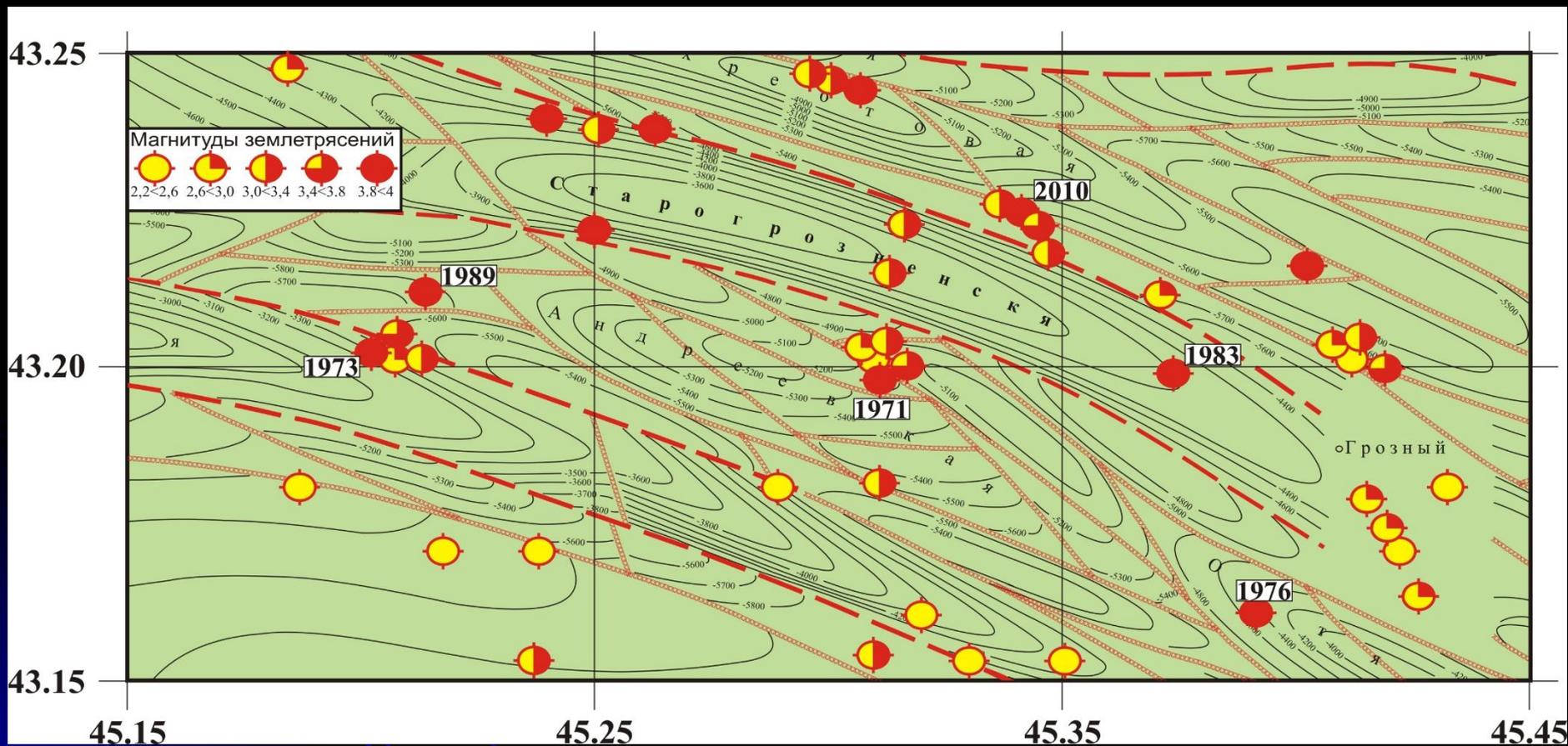
Карта эпицентров землетрясений Кавказа



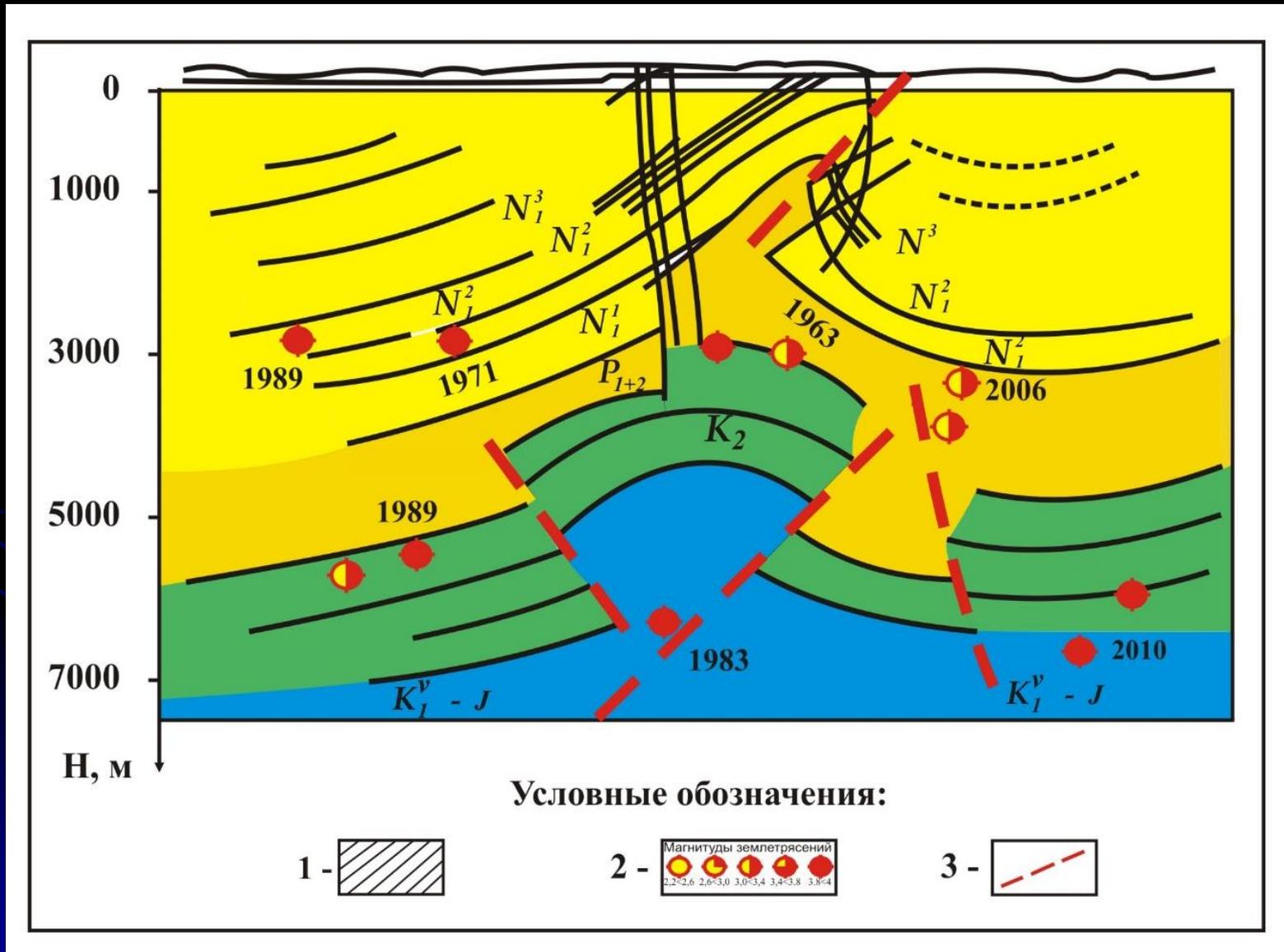
Нефтедобыча и сейсмичность региона



Старогрозненское нефтяное месторождение. Карта эпицентров землетрясений за период 1960-2010 гг.



Старогрозненское нефтяное месторождение. Геологический разрез и очаги землетрясений (период 1960-2010 гг.)



Старогрозненское месторождение

Сейсмичность. Слабые землетрясения в Старогрозненском районе происходили очень часто различные периоды эксплуатации. На фоне слабых землетрясений в 1938 г. и 1963 г. происходили значительные землетрясения с $M=3,8-4,1$, возбужденные различными факторами разработки нефтяного месторождения.

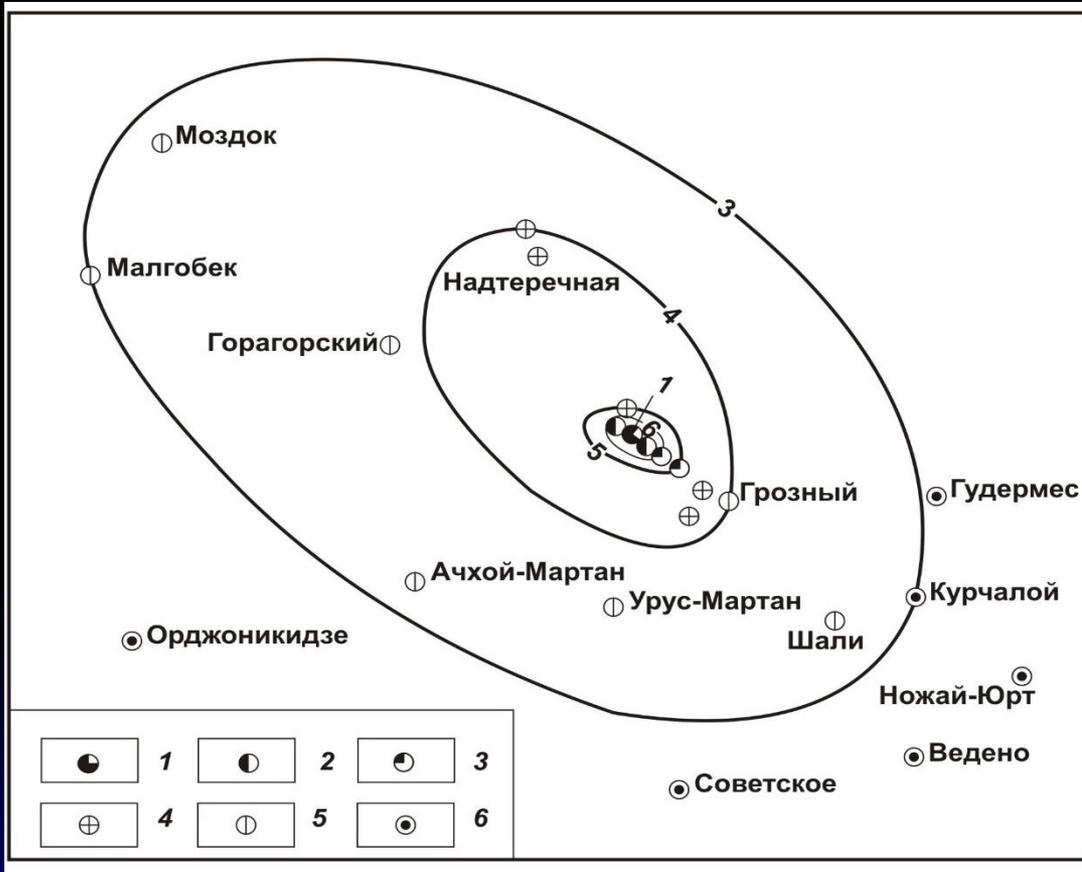
26 мая 1971 года произошло сильное землетрясение с очагом в районе п. Нефтемайска, с $M=4,3$ $h=2,8$ км, $I_0=7$ баллов, вызвавшее разрушения жилых и промышленных зданий.

Землетрясение 1971 года произошло на фоне резкого падения давления, непомерного отбора нефти и начала закачки воды в залежь для интенсификации отбора.

Это землетрясение вызвало рой землетрясений, получивших название Грозненского роя. Начавшись в Нефтемайске, рой землетрясений мигрировал по широтному разлому на северном крыле Старогрозненского месторождения до п. Иванова, затем изменил свое направление и по Бенойско-Эльдаровскому разлому через западную окраину г. Грозного (Черноречье) рой мигрировал к Октябрьскому нефтяному месторождению. Землетрясение 1971 года детально изучалось проф. М.Н. Смирновой и Н.В. Шебалиным [Смирнова, 1977], итогом этой работы были рекомендации по снижению темпов добычи по месторождению.

Карта изосейст Старогрозненского землетрясения 1971 г.

1-7 баллов; 2-6 баллов; 3-5 баллов; 4-4 баллов; 5-3 балла; 6-2 балла.



Смирновой М.Н. и Шебалиным Н.В. была проанализирована сейсмическая активность в данном районе за период 1955-1974 гг. и построены соответствующие графики. На основании анализа графиков повторяемости землетрясений в характере сейсмичности они выделяют четыре периода:

I 1955 - 1962 гг. - стабильный период;

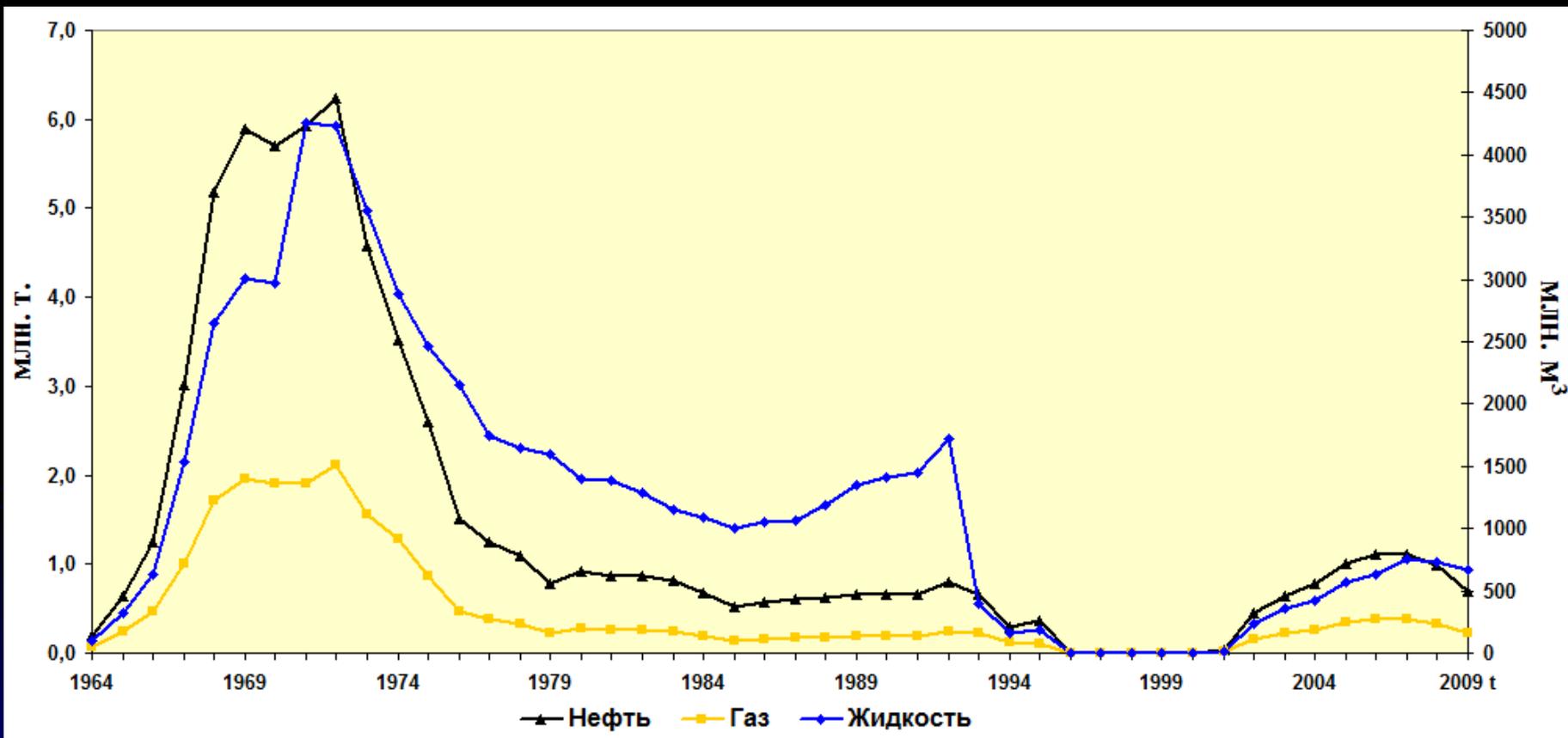
II 1963 - 1968 гг. - резкий спад сейсмической активности;

III 1969 - 1972 гг. - скачок сейсмической активности;

IV 1973 - 1974 гг. - слабый спад сейсмической активности.

Старогрозненское нефтяное месторождение

Сводный график динамики показателей разработки



Старогрозненское нефтяное месторождение. Динамика добычи нефти и газа

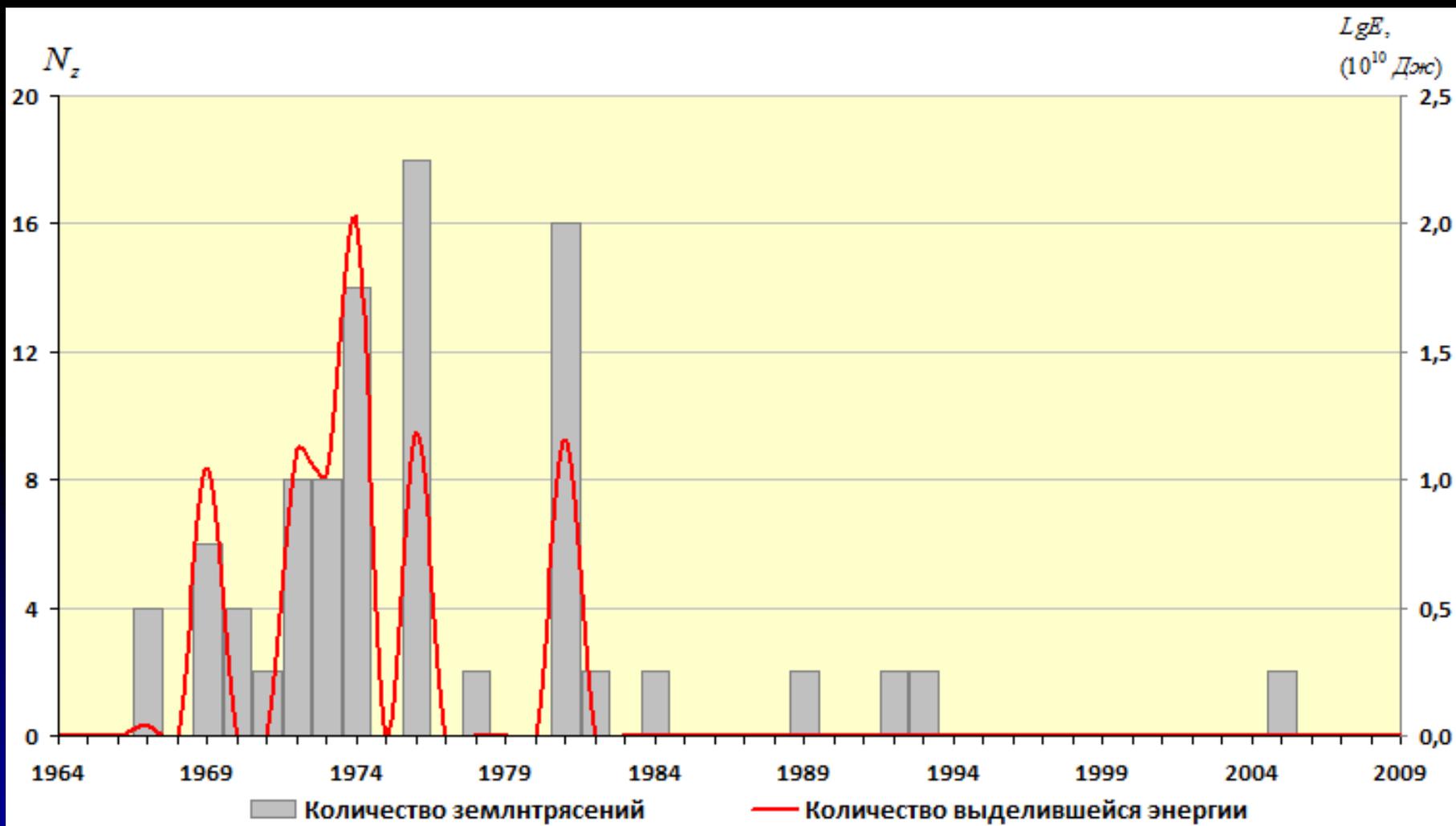


Условные обозначения:

1- нефть из караган-чокракской залежи; 2 - нефть из верхнемеловой залежи;
3- нижнемеловая залежь нефти; 4 - газ из верхне, и ниже-меловой залежи.

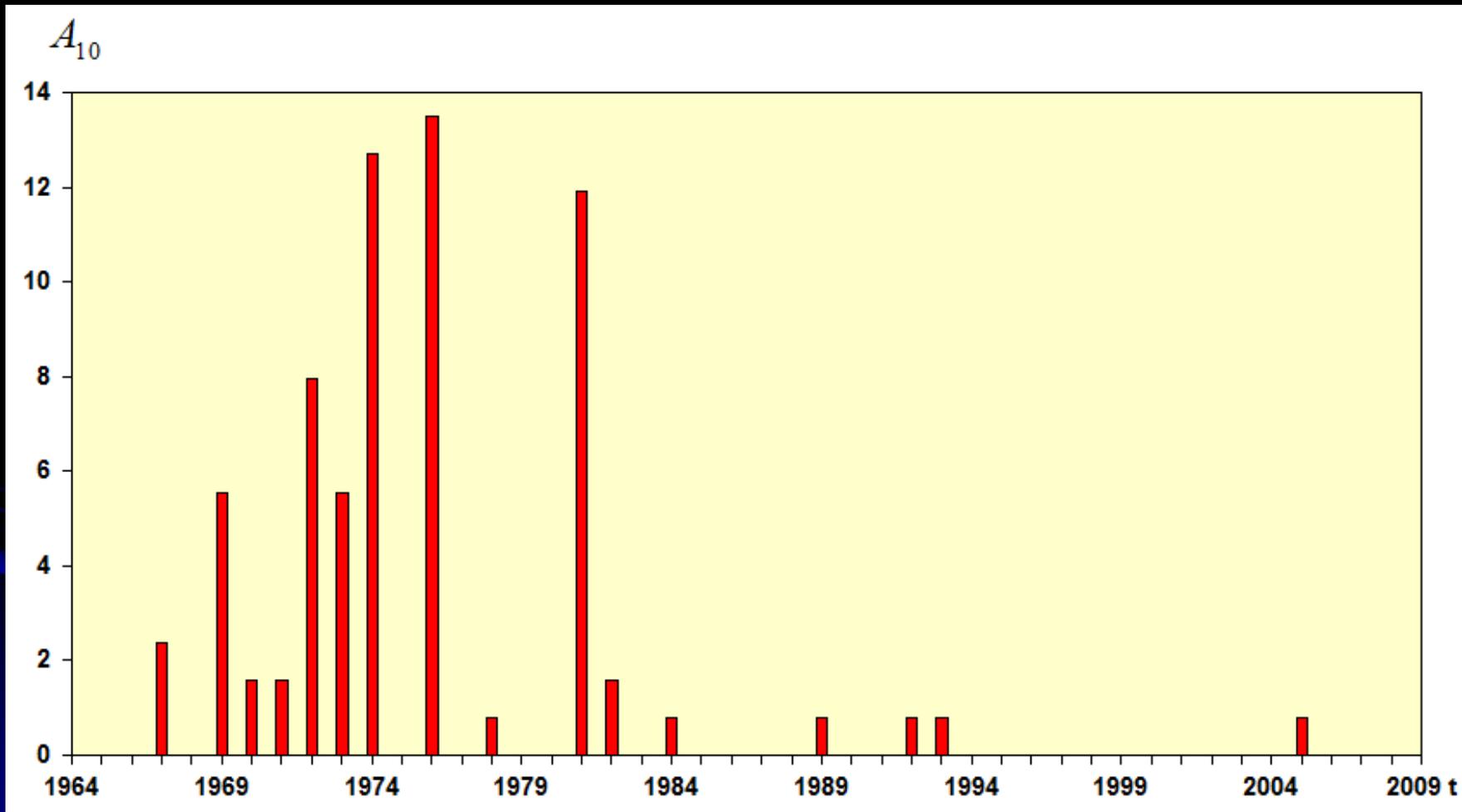
Старогрозненское нефтяное месторождение

График распределения числа N_z и энергии LgE землетрясений $K=9\div 12$ ($\pm 0,2$)



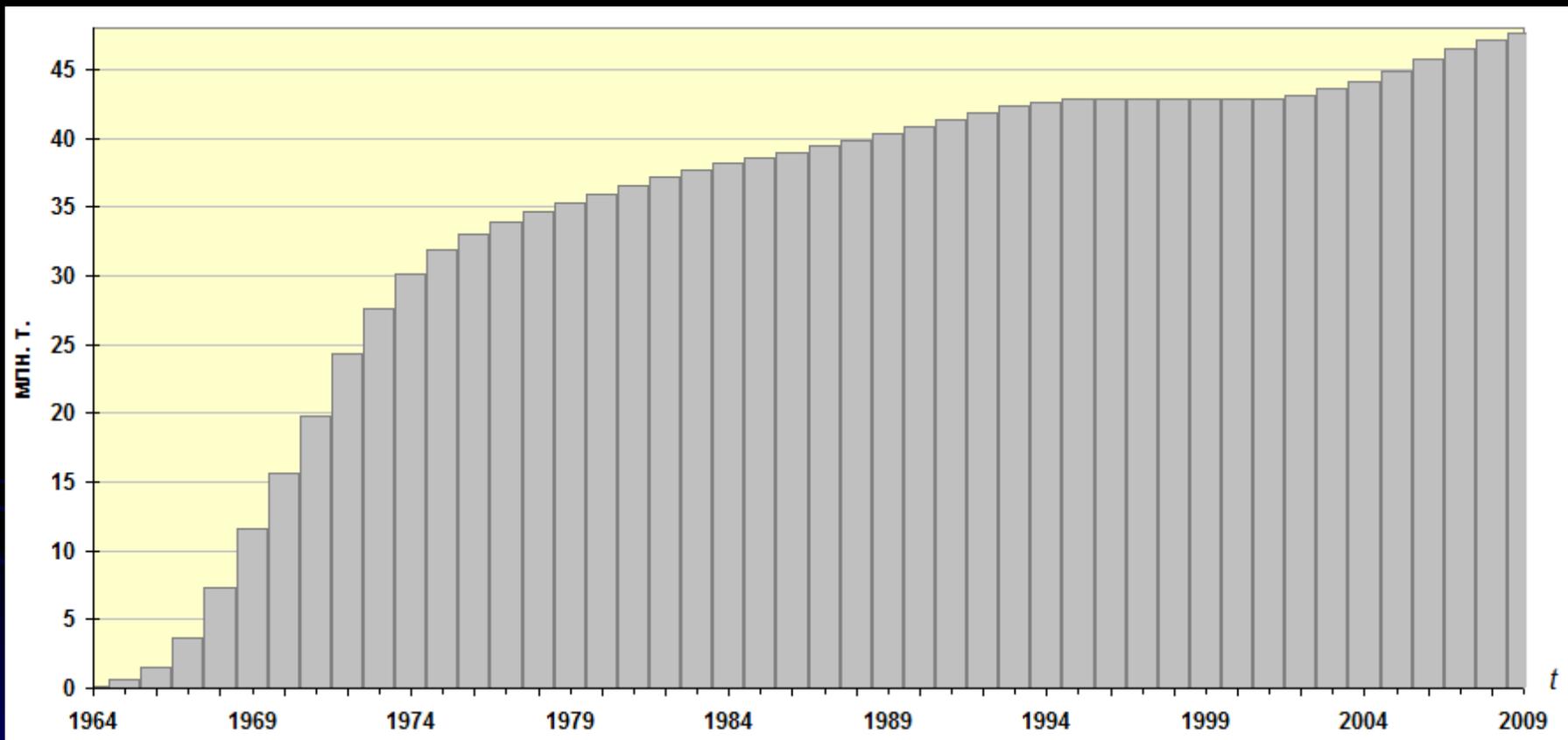
Старогрозненское нефтяное месторождение

График сейсмической активности A_{10}

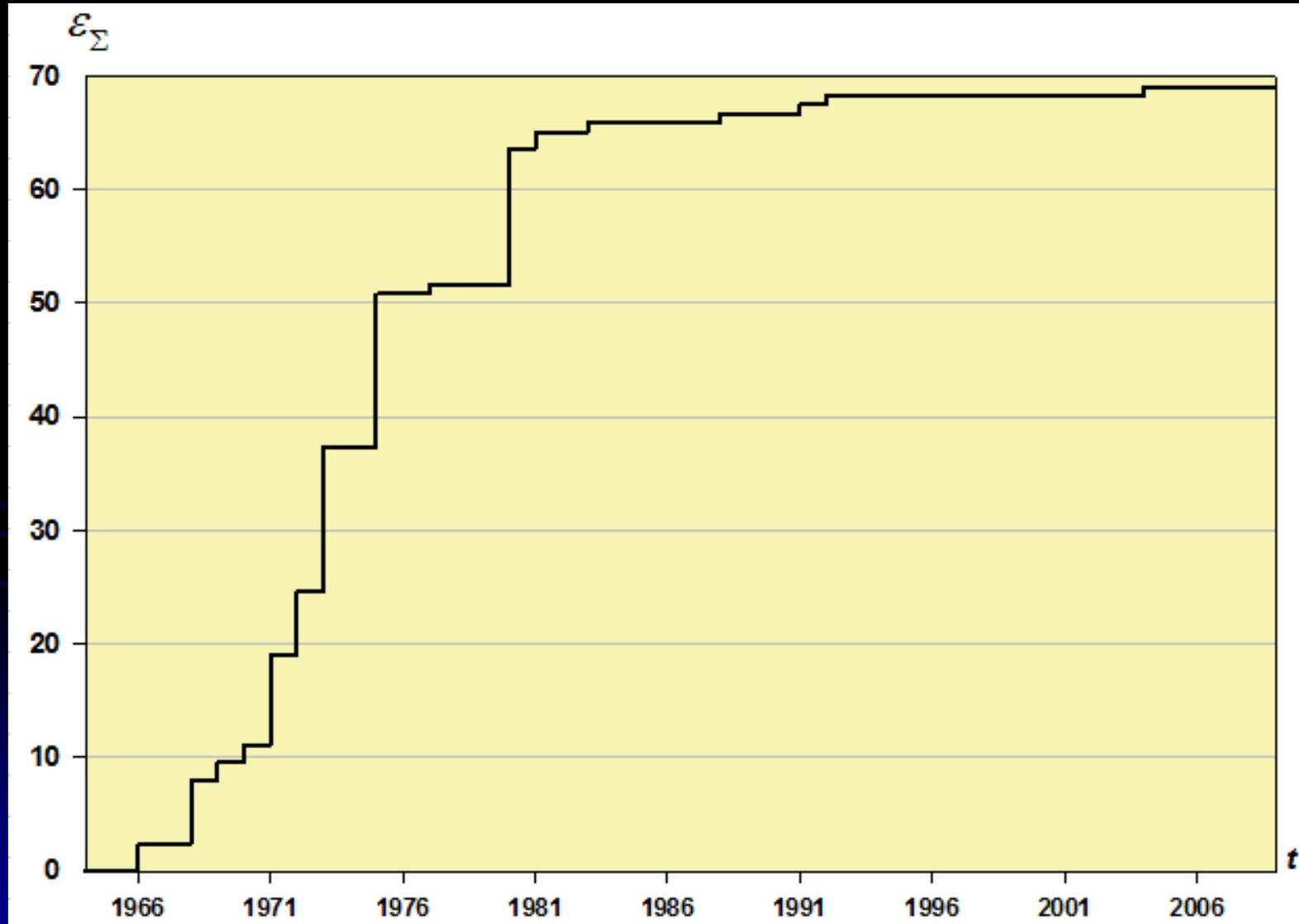


Старогрозненское нефтяное месторождение

Диаграмма накопленной добычи нефти

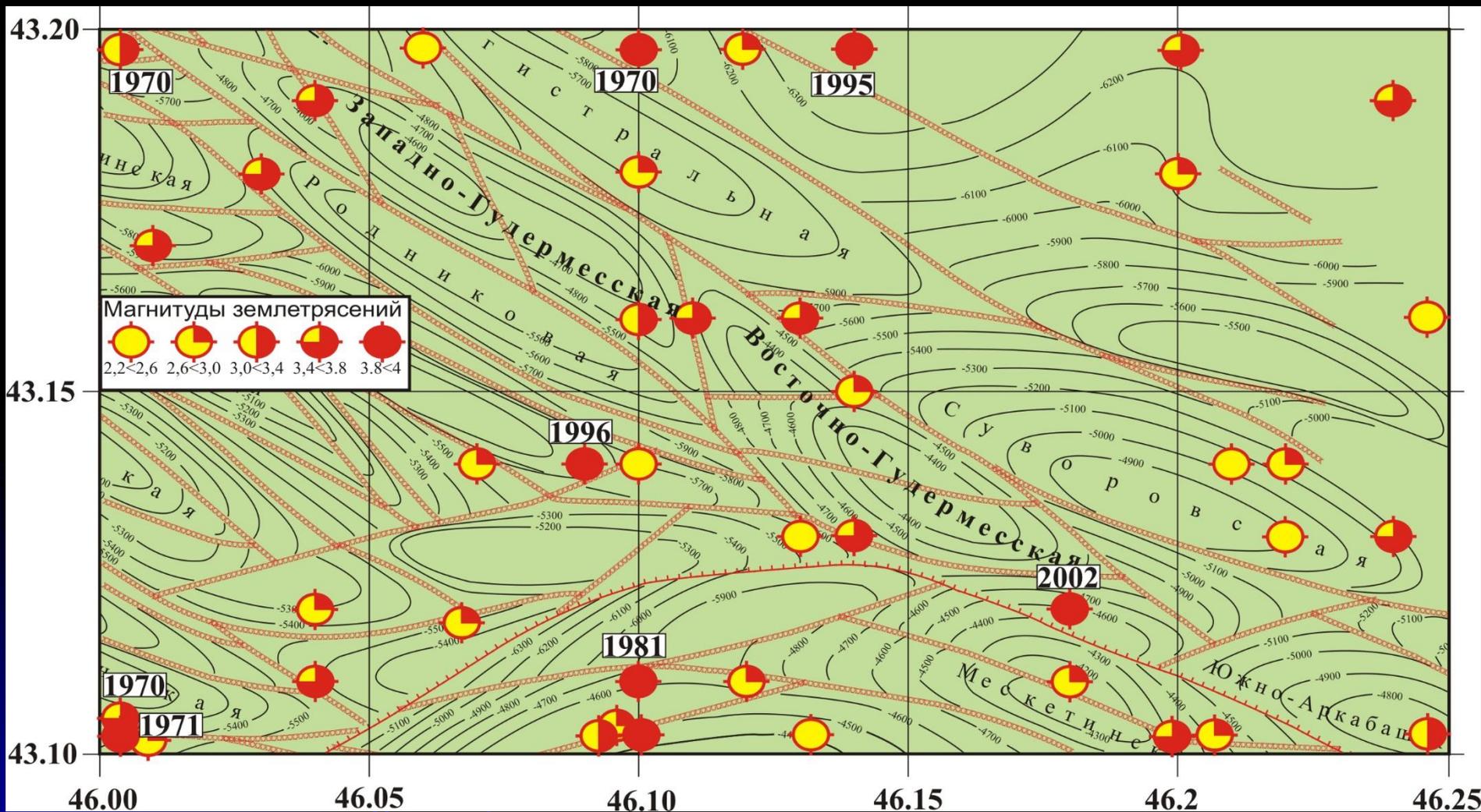


Старогрозненское нефтяное месторождение График Бенъофа (накопленных условных деформаций)

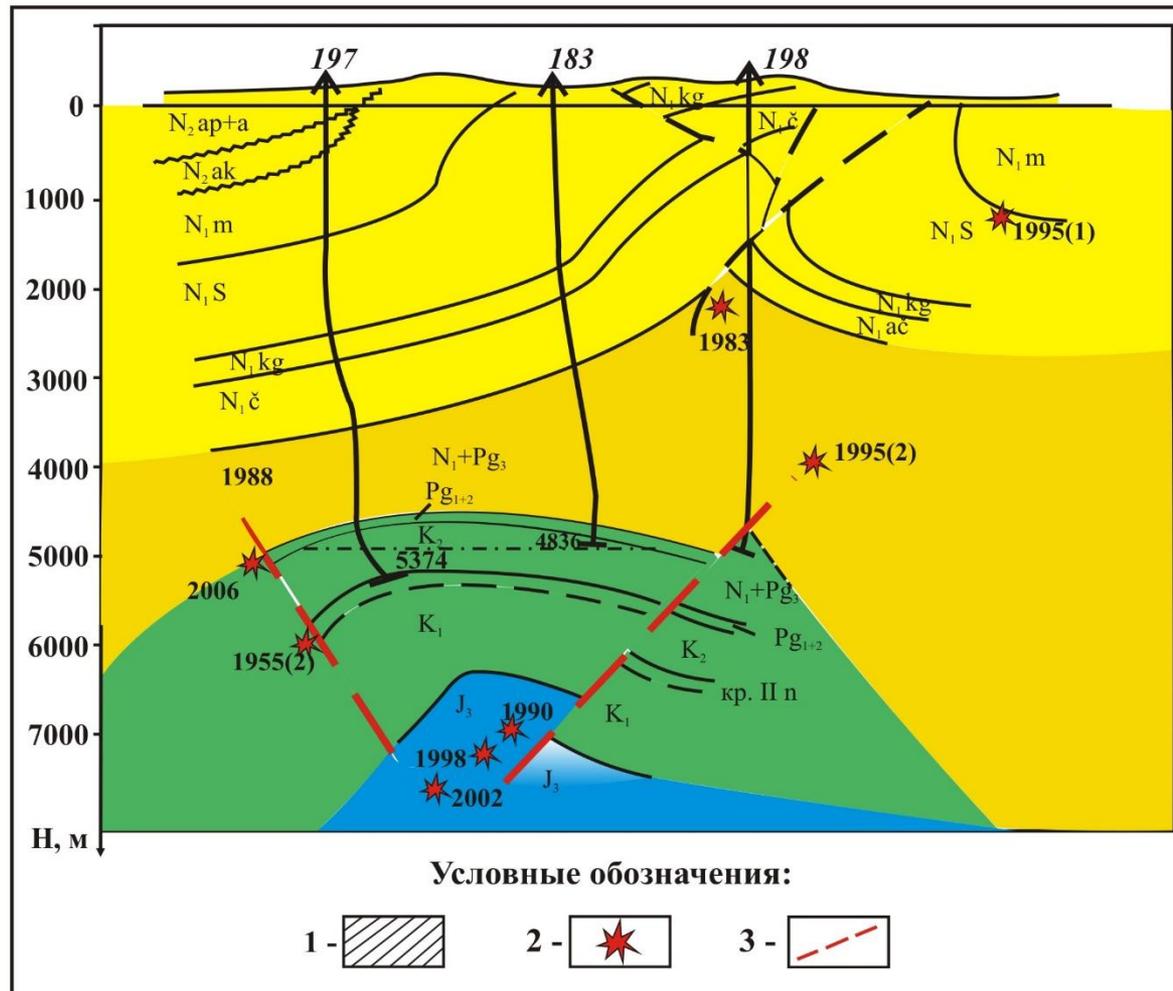


Гудермесское нефтяное месторождение

Карта эпицентров землетрясений за период 1960-2010 гг

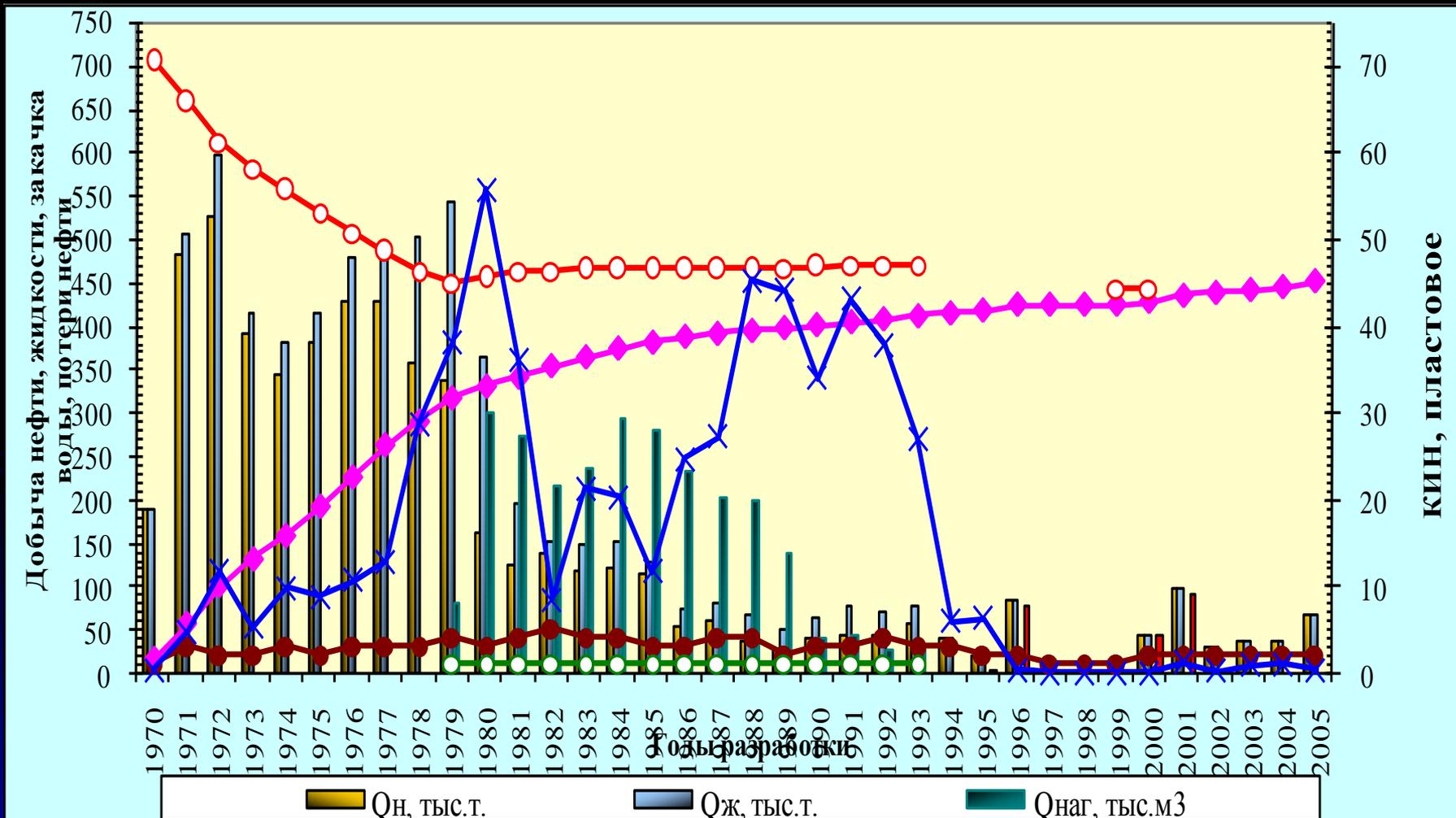


Гудермесское месторождение. Геологический профильный разрез и очаги землетрясений

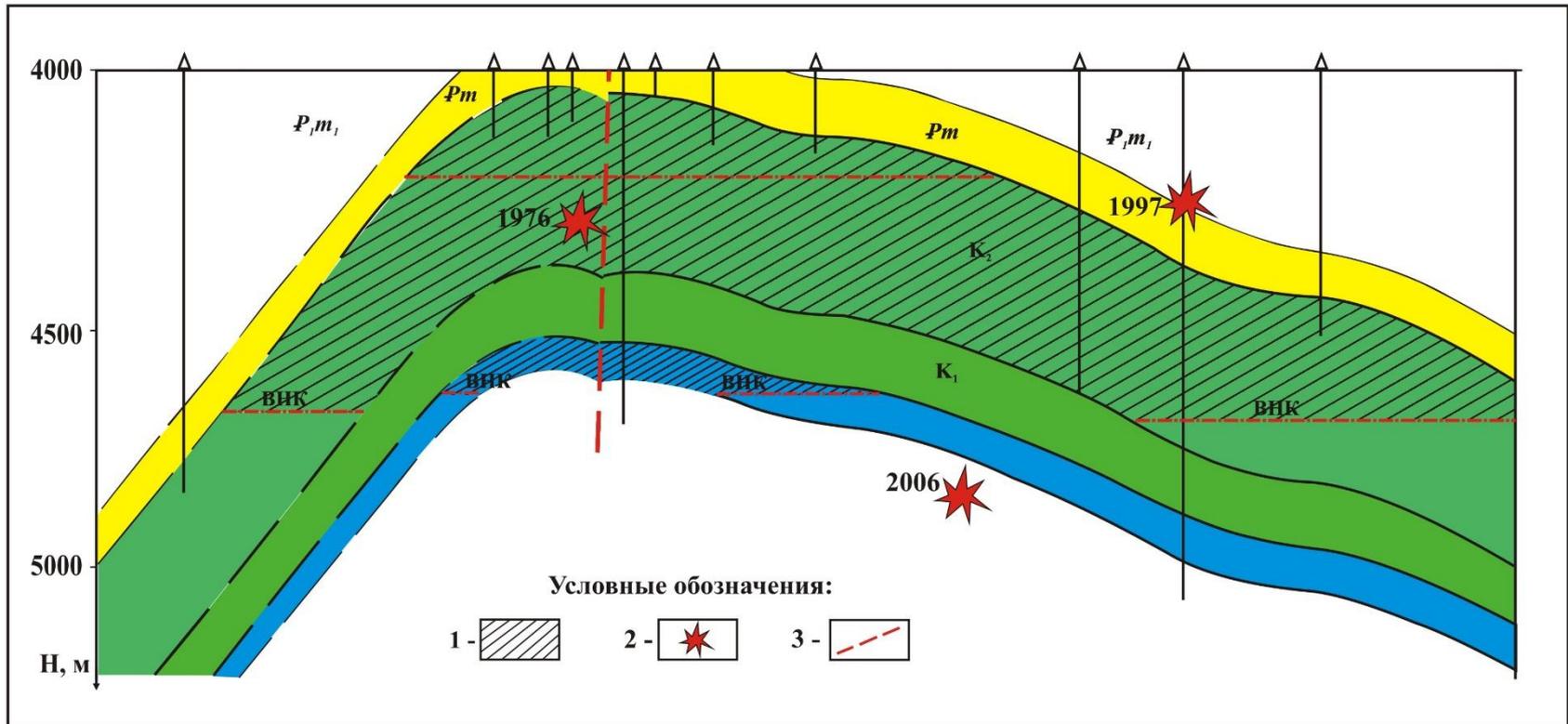


Гудермесское нефтяное месторождение.

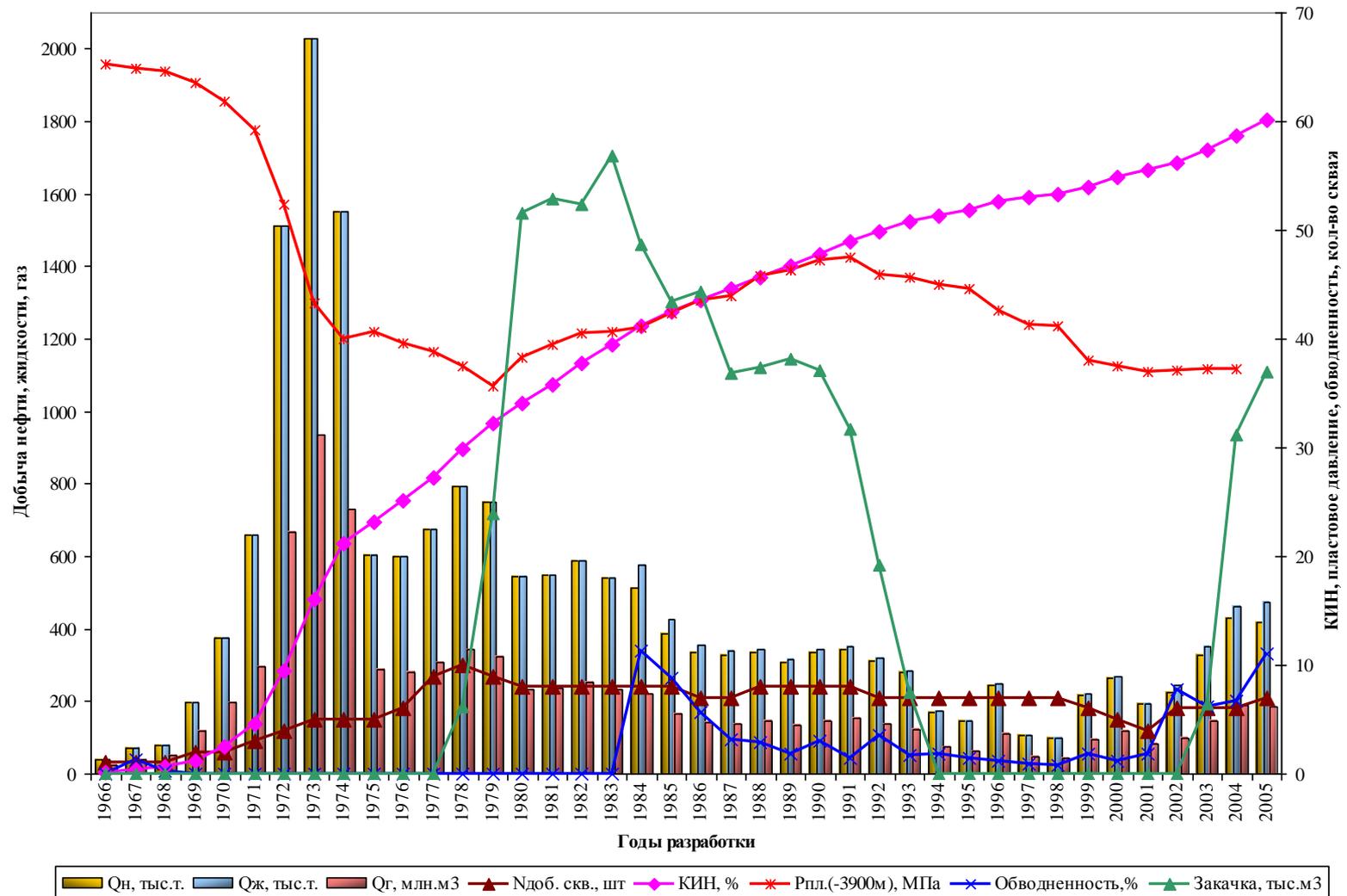
Динамика показателей разработки верхнемеловой залежи нефти



Октябрьское нефтяное месторождение. Геологический разрез и очаги землетрясений



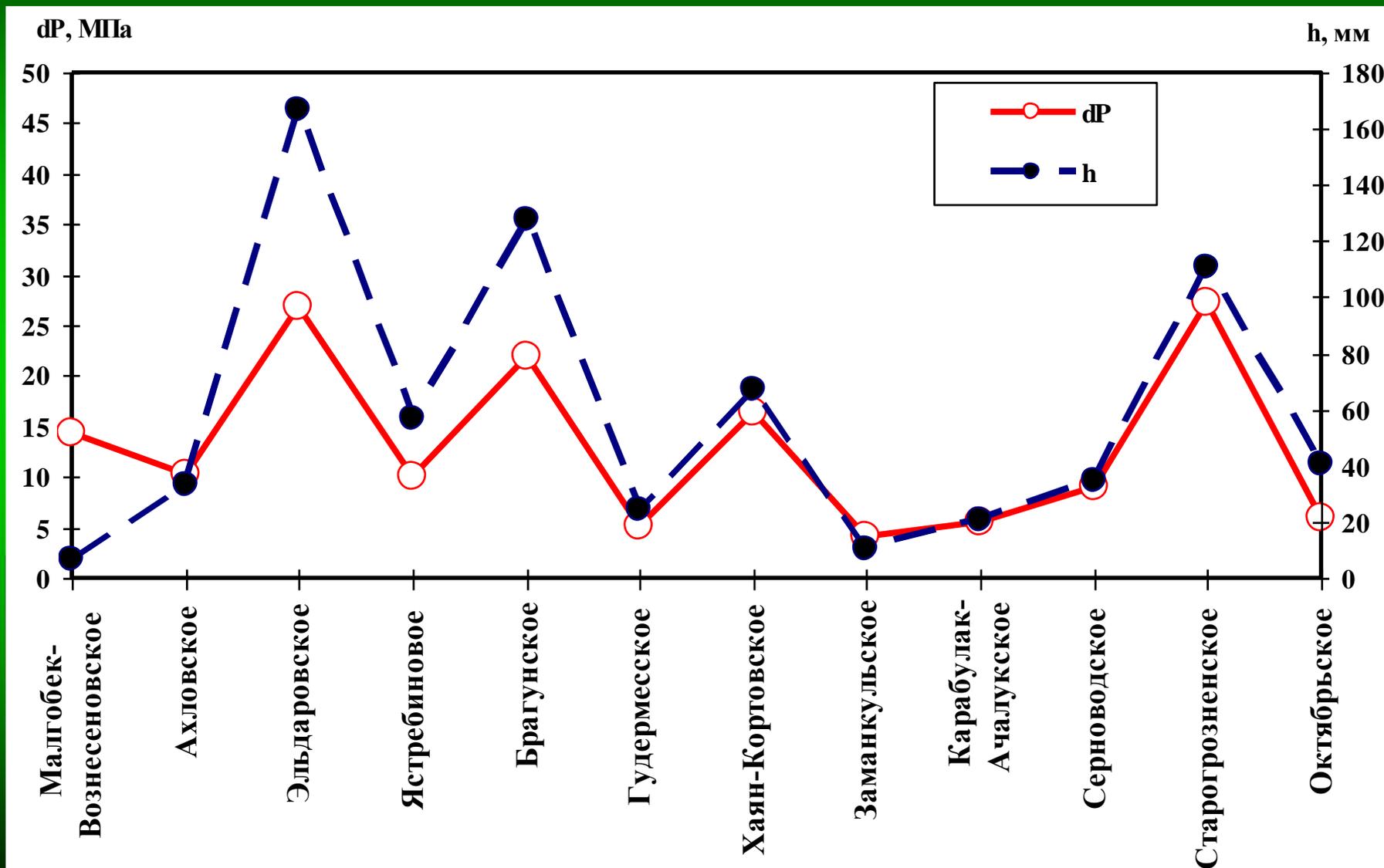
Октябрьское нефтяное месторождение. Динамика показателей разработки верхнемеловой залежи



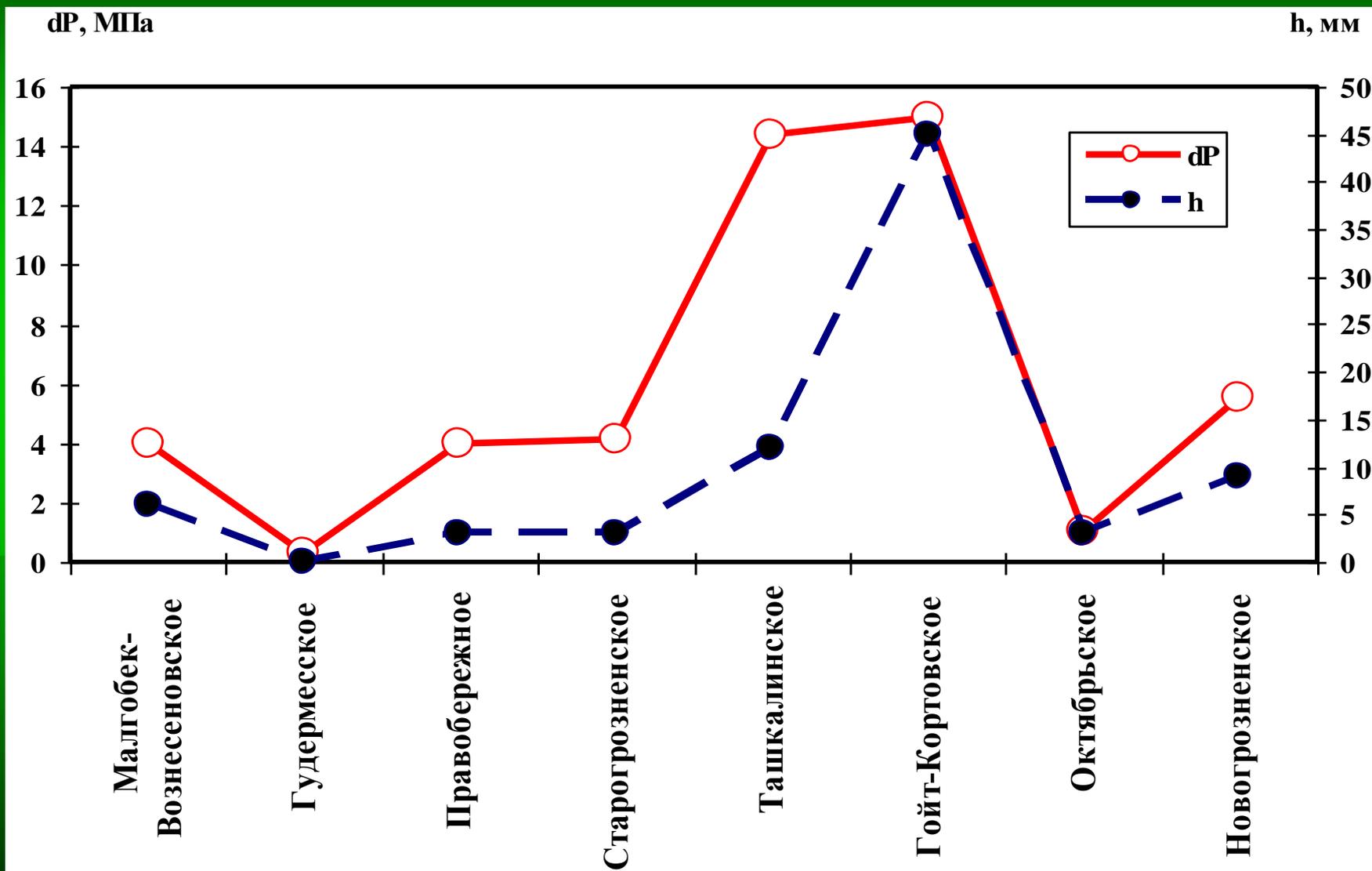


ДЕФОРМАЦИИ ПЛАСТОВ КОЛЕКТОРОВ

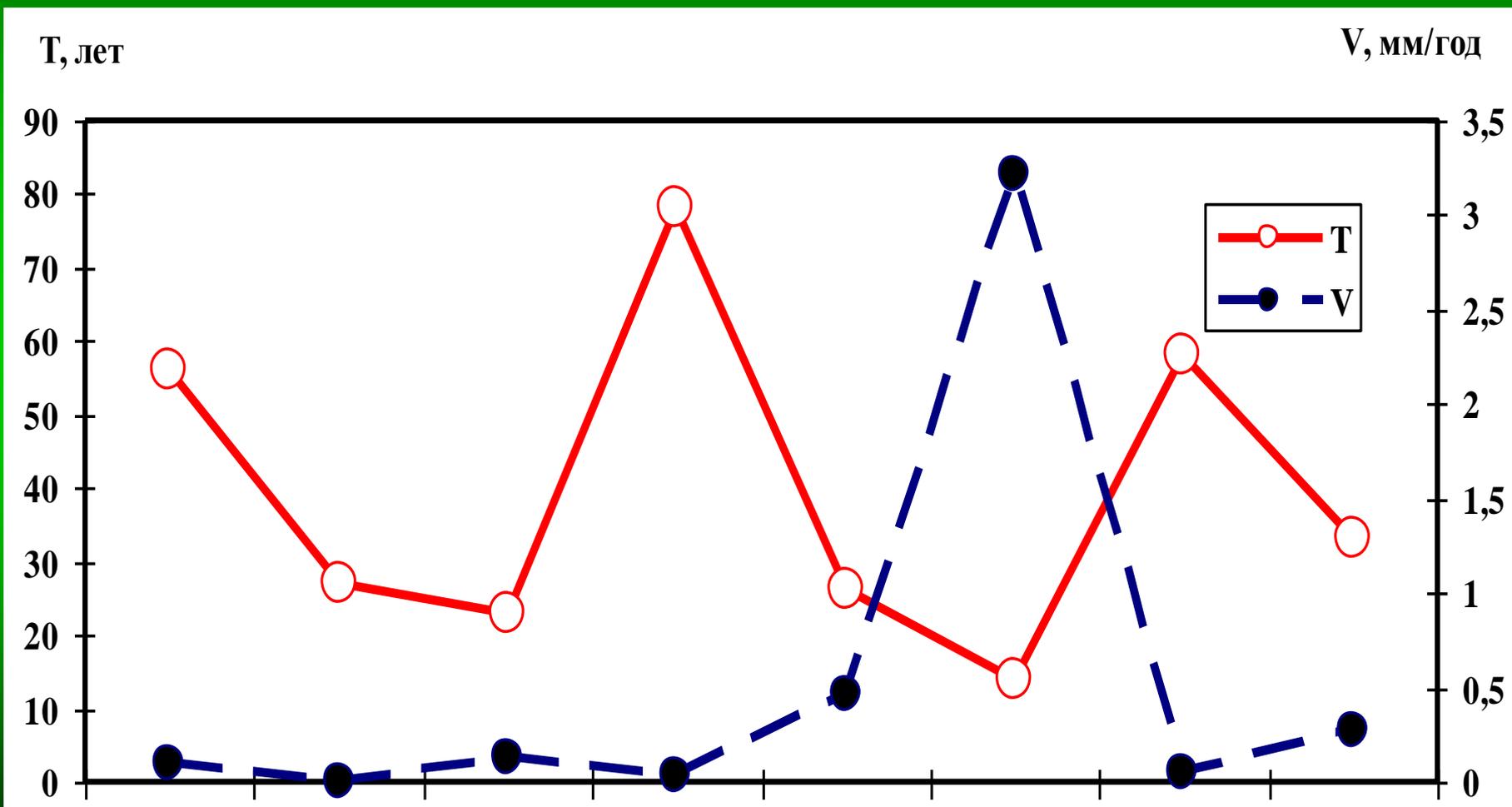
Графики сопоставления падения пластового давления и величины деформации карбонатных коллекторов нефтяных месторождений ТКП



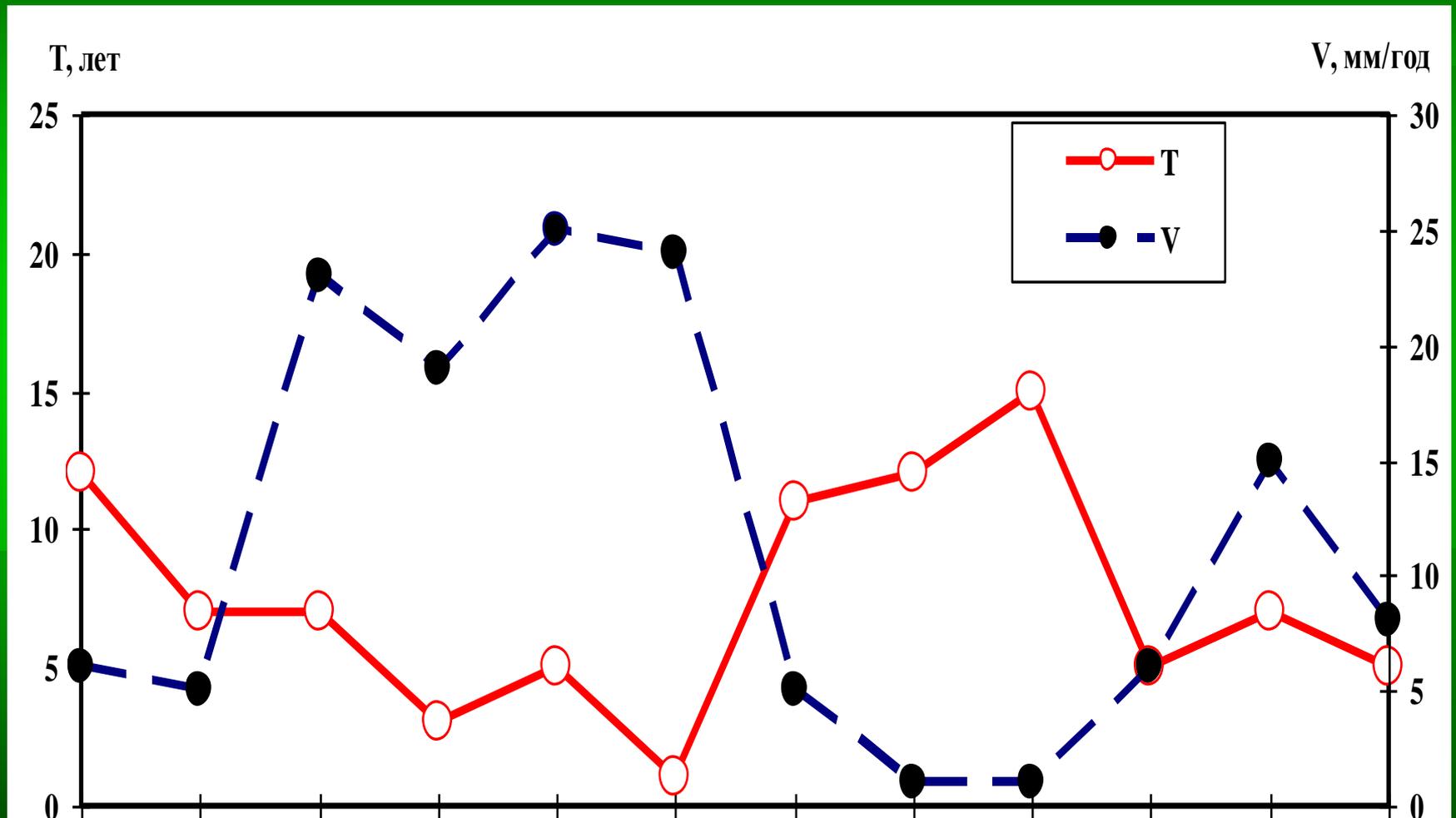
Графики сопоставления падения пластового давления и величины деформации гранулярных коллекторов нефтяных месторождений ТКП



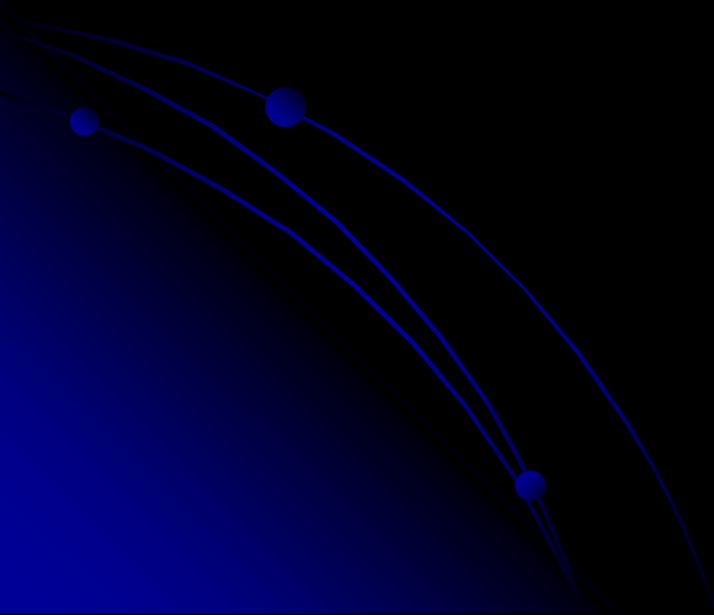
Графики скорости деформации гранулярных коллекторов нефтяных месторождений ТКП в зависимости от длительности разработки



Графики скорости деформации карбонатных коллекторов нефтяных месторождений ТКП в зависимости от длительности разработки



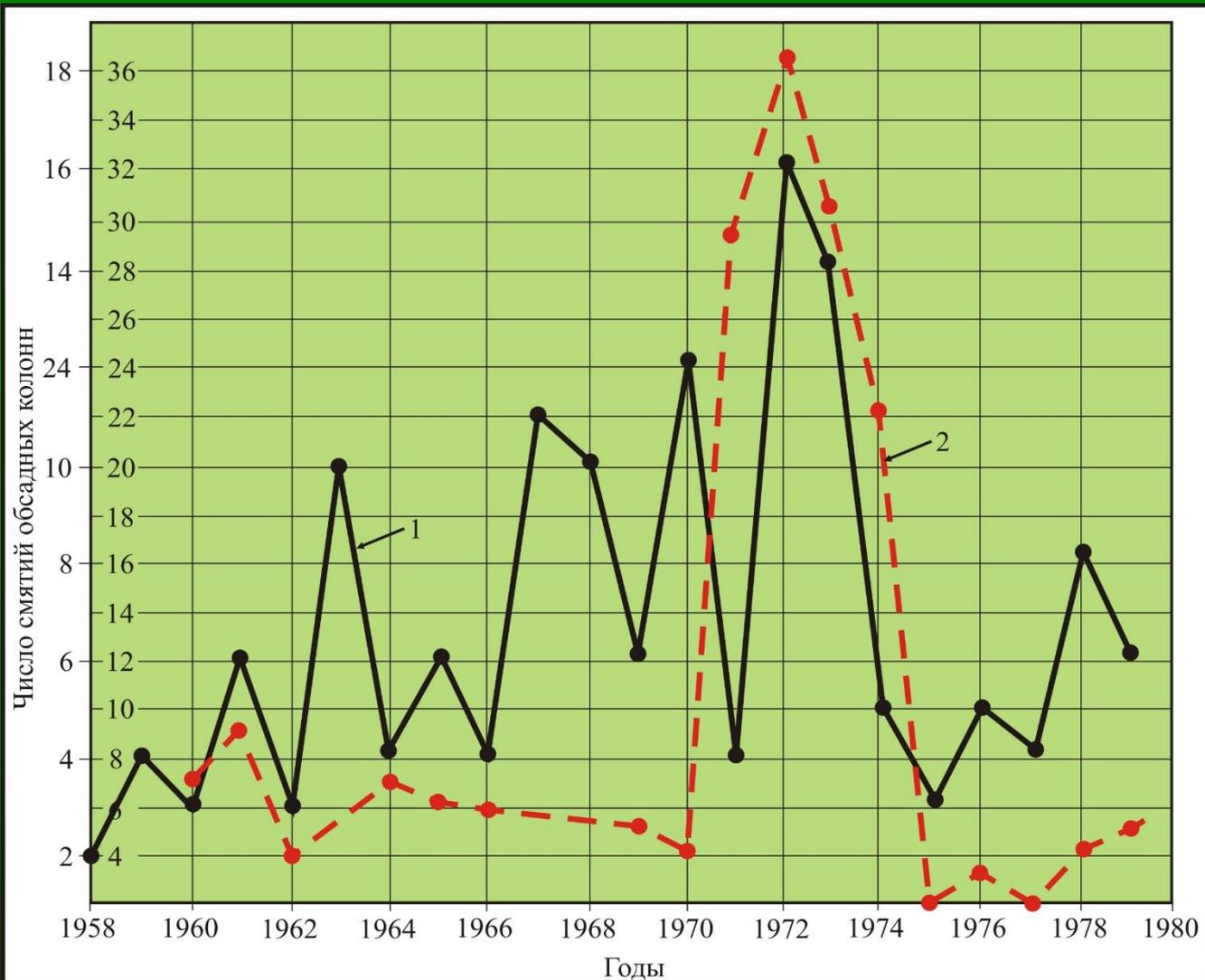
АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ КАТАСТРОФ



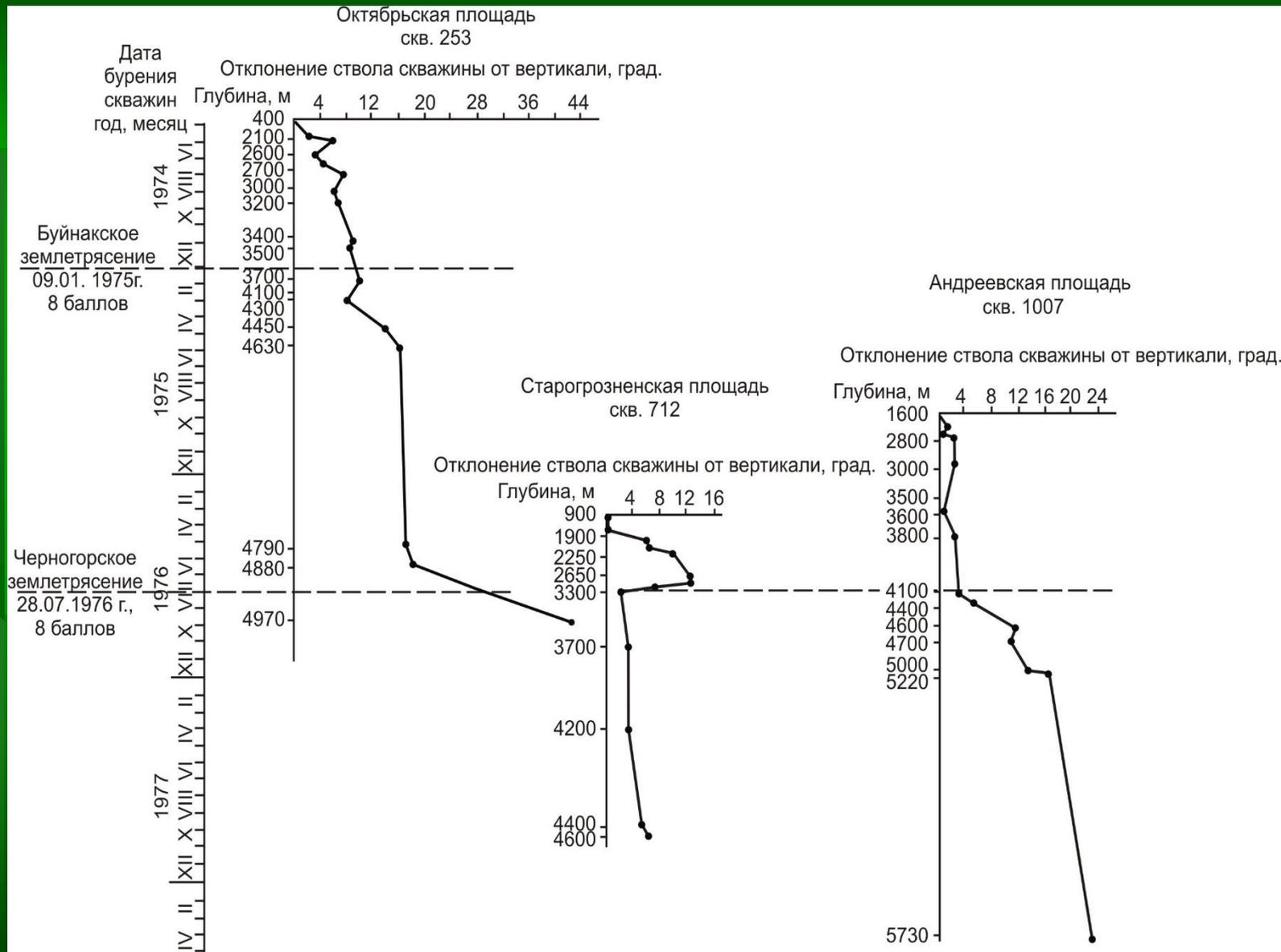
Сейсмотектонические причины смятия обсадных колонн

1 - число смятий обсадных колонн;

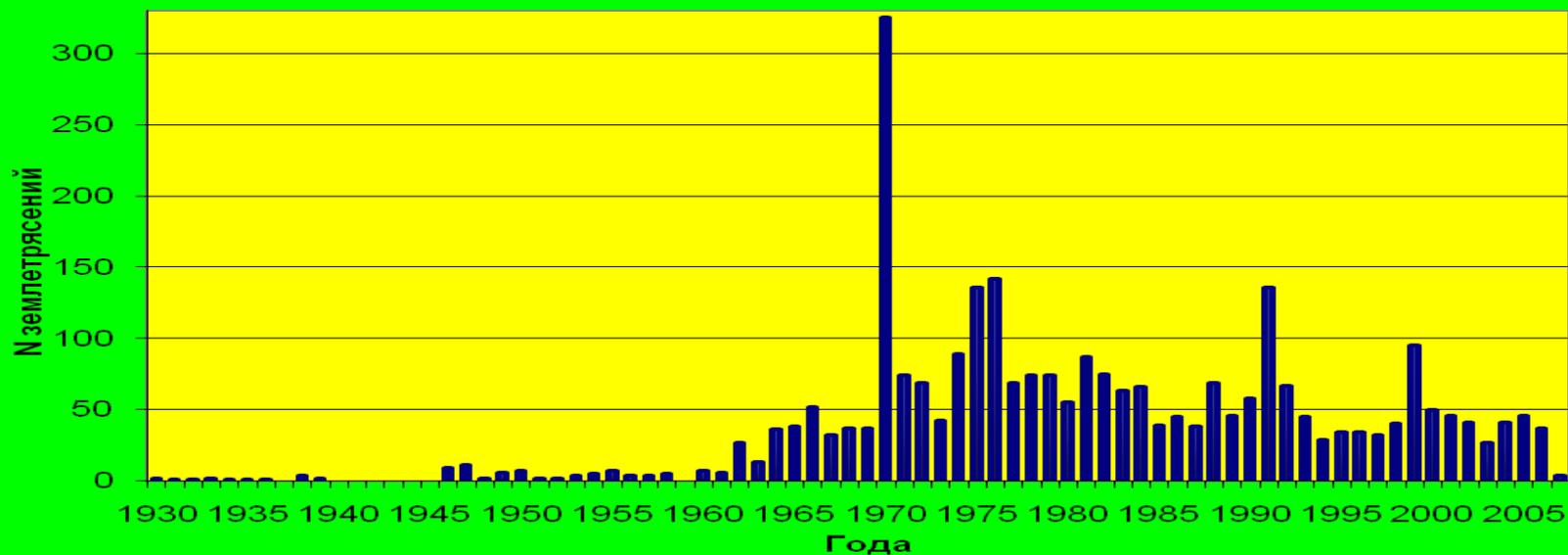
2 - число толчков при землетрясениях



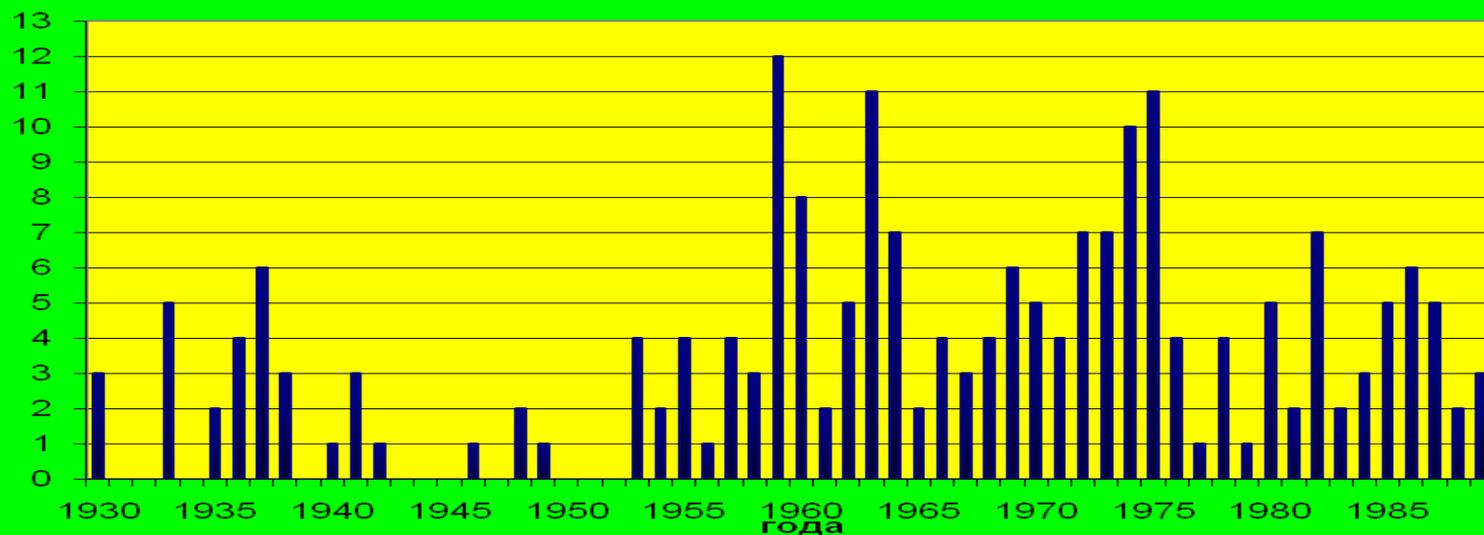
Искривление стволов скважин в связи с землетрясениями



Число аварий нефтяных скважин и сейсмичность региона



N аварий





ГЕОДИНАМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ УВ

Схема геодинамического мониторинга на нефтяных и газовых месторождениях



ПРОЕКТИРУЕМЫЙ КОМПЛЕКС РАБОТ НА СТАРОГРОЗНЕНСКОМ ГДП

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

- Повторное нивелирование II класса
- GPS-измерения
- Спутниковая радарная интерферометрия

ГРАВИМЕТРИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

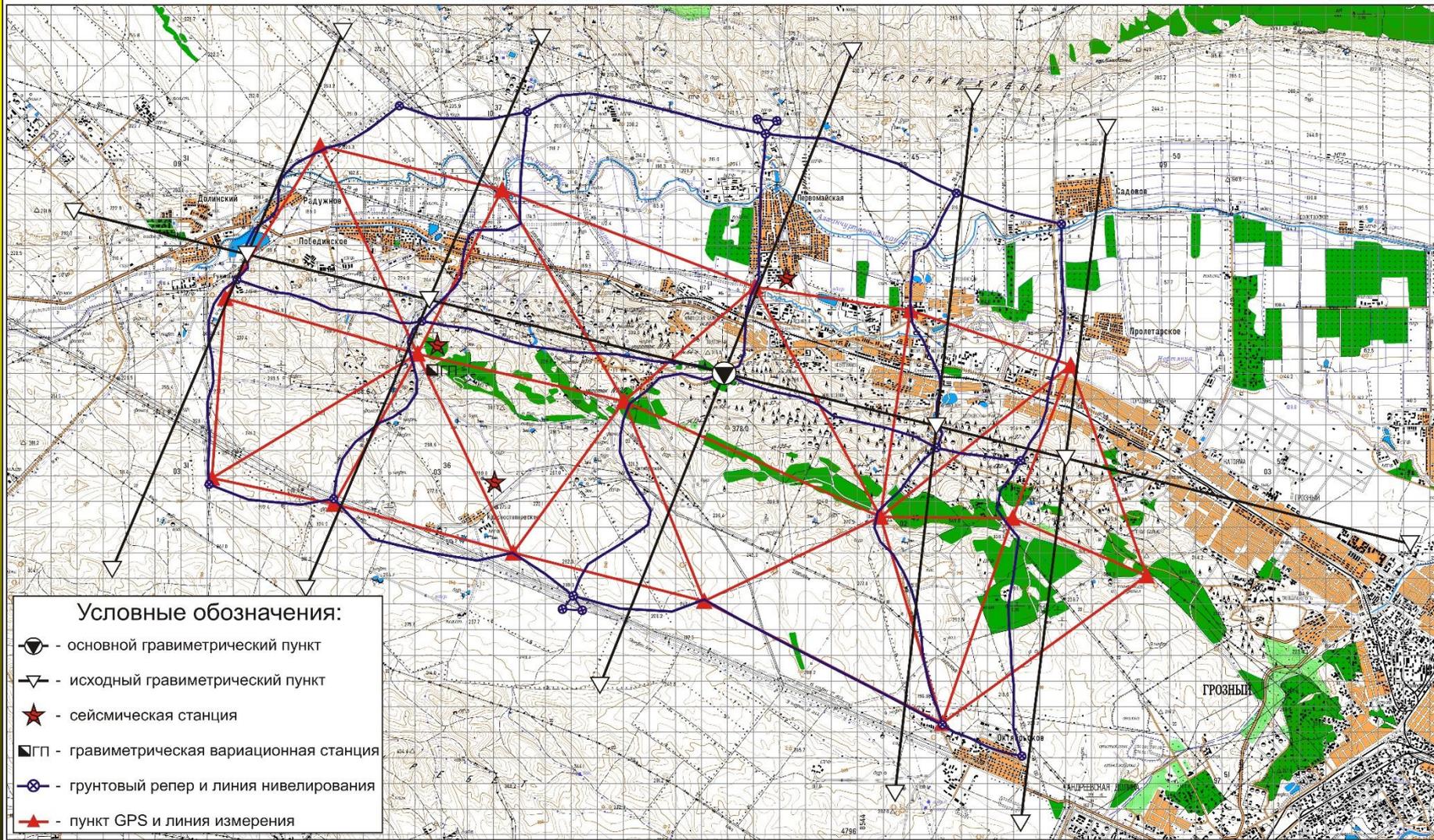
- Повторные гравиметрические измерения
- Мониторинг вариаций силы тяжести (1 станция)

СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

- Мониторинг сейсмических событий (3 сейсмостанции)

Схема Старогрозненского ГДП
Масштаб 1:50 000

ПРИЛОЖЕНИЕ В



ВЫВОДЫ

- Анализ сейсмичности на месторождениях нефти ТКП свидетельствует о связи между активностью сейсмодиформационных процессов в горном массиве, содержащем месторождение углеводородов и некоторыми эксплуатационными показателями разработки месторождения.
- Разработка месторождений в районах с большим запасом потенциальной энергии тектонических деформаций может привести к катастрофическому усилению активности сейсмодиформационных процессов и к разрушительным землетрясениям.
- В районах с низкими скоростями тектонических деформаций происходят относительно слабые сейсмические события с очагами расположенными близко к поверхности которые также могут быть опасными для промышленных и жилых сооружений.
- Организация непрерывного контроля за состоянием геофизической среды необходима для разработки эффективных мероприятий, направленных на сохранение устойчивости природного равновесия.

**Спасибо
за внимание!**