

Г. А. МАКСИМОВИЧ
**К ХАРАКТЕРИСТИКЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В МОЛОТОВСКОЙ
ОБЛАСТИ**

На территории Молотовской области, среди развитых здесь палеозойских отложений довольно большую роль играют легко растворимые породы – известняки, гипсы и ангидриты. Это обуславливает появление карстовых явлений и сопровождающих их провалов. Последние являются причиной обвальных землетрясений, которые в Молотовской области преобладают.

Данных о землетрясениях на рассматриваемой территории немного. Они имеются у А. Орлова (1873, 1893), Н. И. Бириловой (1938), З. Г. Вейс-Ксенофонтовой (1940) и П. Забаринского (1940). Данные эти требуют пополнения, особенно по карстовым землетрясениям.

Приводим описания землетрясений на территории Молотовской области.

1. В 1798 г., 23/V, в 4 ч. 30 м., произошло землетрясение в г. Перми. Направление с С на Ю. Продолжительность – несколько секунд. Особенно чувствительно было в каменных зданиях. «В соборной церкви качались паникадила, тряслись связи и слышен был какой-то гул (глухой шум). В домах колебались стены и мебель и трескали окна». Сила землетрясения по шкале Меркалли-Канкани 4 балла. По А. Зибергу (1923), землетрясение относится к умеренным и характеризуется ускорением 11–25 мм/сек².

Землетрясение захватило область, простирающуюся на северо-запад через Осинский, Кунгурский и Верхотурский уезды, а на юго-восток через Пермский, Кунгурский и Екатеринбургский уезды.

2. В 1837 г., 17/1, около 10 ч. вечера на реке Каме в Добрянском заводе наблюдалось землетрясение и столь сильное, что спавшие на печи работники пробудились и думали, что печь обвалится. (Дата землетрясения установлена приблизительно, по рассказам старожилов.) Сила 4 балла (?). Умеренное.

3. В 1845 г. на р. Каме в Добрянском заводе. настолько значительное землетрясение, что в кладбищенской церкви из паникадила выпало несколько свечей». Сила 3 балла (?). Слабое (ускорение 6–10 мм/сек²).

4. В 1847 г., 27/IV, в первом часу пополудни, на Кыновском заводе было землетрясение «так что дома жителей Кыновского завода потряслись и был большой испуг между жителями» (сообщено проф. А. А. Строгим). Сила 5 баллов. Умеренно сильное (ускорение 26–50 мм/сек²).

5. В 1852 г. в январе (число не установлено) легкое землетрясение в Добрянском заводе. Сила 3 балла (?).

6. В 1867 г., 26/V, около 7 ч. 30 м. утра, в Добрянском заводе было отмечено значительное землетрясение, сопровождавшееся гулом, похожим на раскаты отдаленного

грома. Особенно оно было заметно в домах и в церкви, откуда жители выбежали на улицу. В заводском пруду вода сильно заколыхалась. Землетрясение ощущалось еще в 36 пунктах. Область, охваченная землетрясением, расположена по обоим берегам р. Камы. Колебания распространялись вдоль долины р. Камы на 20 км. Сила 5 баллов.

7. В 1887 г., 30/VIII, в 12 ч. 30 м., в селе Частином Оханского уезда Пермской губернии на р. Каме произошло колебание почвы, вызванное толчком. Сила толчка была настолько велика, что стекла в рамках зазвенели и в деревянных непрочных зданиях заколебались стены. Над г. Пермью в это время пролетел аэролит. Он упал в версте от селения Таборы, в 15 в. от г. Оханска, на поле, с таким треском, что работавший поблизости крестьянин упал без чувств. Гром был слышен в с. Острожском. Из Спешковской (Сташковской?) волости сообщают о целом дожде камней небольшой величины, которым повреждены хлеба и лес. Сила 4 балла.

8. В 1902 г., 12 IX, в 19 ч. 18 м., землетрясение в некоторых пунктах рр. Камы и Чусовой. В Серебрянской волости – подземный гул, дребезжание посуды и дрожание стекол. То же и в д. Луковке и Кедровке. На Ослянской пристани колебаний почвы не замечено, но слышен был «удар с треском». Наблюдалось также дребезжание окон, ставень и посуды. Сила 4 балла.

9. В 1908 г., 1 /VII, в 11 ч. 41 м., в с. Большое Сосновское Оханского уезда, Пермской губ. слышался гром и незначительные толчки. Сила 4 балла (?).

10. В 1911 г., 6–7/III, в 20 ч., в д. Милковой Пермской губ. качались гири часов, Мальцовке сорвалась полка со стены, в Тихой, Красной и Яриной, расположенных в долине р. Косьвы, наблюдались также толчки (до 5 баллов), сопровождавшиеся подземным гулом. В некоторых местах перекосялся пол и повело двери г. Сюзев полагает, что землетрясение обусловлено карстовыми провалами, которые весьма вероятны в этой местности, где гипс имеет большое развитие.

11. В 1911 г., 8–9/XI, повторилось землетрясение в д. Милковой (7 толчков). Во время более сильных толчков замечено колебание висячих предметов. Сила 5 баллов.

12. В 1914 г. 17/VIII, в 9 ч., в Пермской обл. и Свердловске отмечен гул и сильные колебания. Б Кунгуре было 5 толчков, продолжительностью около 1 мин. В Нижне-Тагильском заводе землетрясение выразилось в легком колебании, продолжительностью 0,5 мин. В Красноуфимске, Кургане и Златоусте – волнообразное колебание. С наибольшей силой землетрясение проявилось в Билимбаевском заводе (в 56 км от Свердловска). Здесь попадали дымовые трубы, и сильно трескали стены. Сила 7 баллов. Землетрясение отмечено также в Лысьве (3 балла), в с. Шаркане, в Кнзеловском районе и Туринске. На наличие в августе 1914 г. перемещения по поверхности надвига на р. Терке (приток р. Чусовой), в 12 км на СВ от ст. Кузино, вне пределов Молотовской области, и о связи его с землетрясением указывает

О. П. Эйно́р (1938). От землетрясения «падали люди, шедшие с грузом». По нарушению текла нефтеобразная жидкость.

13. В 1915 г., 10/VIII, в 9 ч., в г. Кунгуре ощущалось землетрясение, сопровождавшееся «колебанием почвы, дрожанием стен, бряцанием посуды». Оно было вызвано провалом, произошедшим в 25 км от г. Кунгура.

14. В 1923 г., в июле, в г. Кунгуре после обильных и продолжительных дождей в центре города, у старинного здания б. казначейства, посреди Ленинской улицы, произошел провал, в результате которого на поверхности образовалась воронка глубиной в 4 м, диаметром в 1,25 м.

15. В 1925 г., в июне, в 1.5 км от д. Шавкуновой, в 20 км от г. Кунгура, среди поля произошел провал, диаметром 13 м и глубиной 6 м. Образование провала сопровождалось «колебанием почвы», которое ощущалось в д. Шавкуновой.

16. В 1931 г., 15/1, в 8 ч. 58 м., землетрясение в Добрянске (Добрянке). «Дома шатались, открывались и закрывались двери», в 3–4 км к ЮЗ от Добрянска люди теряли равновесие на ходу.

17. В 1931 г., 16/1, в 1 ч. 30 м., повторилось землетрясение в Добрянске.

18. В 1931 г., 19/1, в 12 ч., землетрясение небольшой силы в Добрянске.

19. В 1934 г., 10–11/X, землетрясение в В. Губахинском поселке Кизеловского района в виде толчков, ощущавшихся отдельными лицами.

20. 20–25/X ночью (ранним утром) там же отмечено несколько толчков большой силы.

21. 21/XI, в 7 ч.–7 ч. 10 м., ощущались толчки в северной части В. Губахинского поселка силой 4 балла.

22. 28/XI, в 7 ч. 10 м., в том же поселке наблюдалось землетрясение, оно сопровождалось звоном посуды и оконных стекол, передвижением мелких и крупных предметов домашней утвари. В одной квартире от толчка обвалился небольшой кусок штукатурки. В доме № 22 по Первомайской улице растрескалась стена. Наиболее заметно было колебание в верхних этажах шлакобетонных домов. В нижних деревянных домах колебание ощущалось слабее. Толчки имели «горизонтальное направление». Продолжительность колебаний 8–10 сек. Наиболее сильные толчки сосредоточены в северной части поселка. На окраинах они имели меньшую силу или вовсе не ощущались. Большинство очевидцев указывает на направление толчков с севера на юг.

23. В декабре в В. Губахинском поселке толчки наблюдались значительно реже. Комиссия, созданная Кизеловским горсоветом, объясняет землетрясения (№ 21–23) прогибом кровли над выработанным пространством угольных пластов, вызвавшим обрушения в пустотах и пещерах в покрывающих угленосную толщу известняках. г

24. В 1934–1942 гг. в здании университета в г. Молотове и особенно в общежитиях университета при прохождении железнодорожных поездов наблюдалось колебательное движение мебели.

Таковы немногочисленные данные о землетрясениях в Молотовской области за 145 лет (1798–1943). Просмотр старых газет, изучение архивов, особенно заводских, несомненно, даст некоторые дополнительные материалы. Однако характеристика сейсмичности Молотовской области может быть дана и по уже имеющимся сведениям.

Всего за 145 лет было зарегистрировано 23 землетрясения, или в среднем 1 землетрясение в 6 лет. По пятидесятилетиям! землетрясения распределяются следующим образом:

1798–1848	4
1848–1898	3
1898–1942	16 (неполное)

Рост числа землетрясений за последние 44 года объясняется не усилением движения земной коры на территории Молотовской области, а лишь лучшей их регистрацией. С ростом населения, ростом грамотности фиксируется больший процент землетрясений. Конечно, и в период 1898–1942 гг. значительная часть карстовых землетрясений осталась не зарегистрированной. В предшествующие же два пятидесятилетия зафиксированы только единичные землетрясения, связанные в основном с тектоническими движениями. Надо полагать, что всего за 145 лет на территории Молотовской области было 130–160 разнообразных землетрясений, или в среднем одно землетрясение в год.

Генезис землетрясений

Классификации сейсмических явлений по генезису довольно многочисленны. Из них наибольшее значение имеют классификации Р. Герпеса (1893), А. Зиберга (1923), Р. Д. Ольдхама (1923), Б. Монтессю де-Баллора (1924) и Н. Н. Карлова (1940).

Пользуясь наиболее детальной генетической классификацией сейсмических явлений Н. Н. Карлова, рассмотрим землетрясения в Молотовской области (табл. 1). Из 23 землетрясений на собственно карстовые приходится 12; 5 землетрясений представляют собой те же карстовые обвальные сейсмические явления, но с некоторым участием обрушения кровли в очистном пространстве рудников. Таким образом, к карстовым обвальным сейсмам относится 17 из 23, или 73,9%, т. е. основным типом землетрясений в Молотовской области являются карстовые обвальные.

Несколько неясна природа землетрясения 26/V 1867 г. (№ 6) в районе Добрянского завода, отмеченного в 36 пунктах и захватившего область из 20 км вдоль долины р. Камы. Возможно, что, кроме карстовых явлений и подвижек отложений денудационного характера в

направлении р. Камы, мы имеем здесь проявление четвертичных движений колебательного или к активного характера. В Добрянском районе за 100 лет (1837–1940) землетрясения отмечены семь раз, что, быть может, обусловлено не только хорошо поставленной информацией, но именно наличием современных движений. Изучение этого вопроса представляет интерес.

Генетическая классификация сейсмических явлений в Молотовской области

Таблица I

Группа	Подгруппы	К л а с с е	Характер сейсмических явлений и район проявления	Число дней землетрясения		Сила землетрясений по Меркаллу		Ущерб от землетрясений	
				Число дней землетрясения	Год	Число землетрясений	Меркаллу	Ущерб от землетрясений	Число пострадавших
Эпигенетические сейсмы А	Эксплозивные сейсмы А ₁	II (А ₁ ¹) Искусственные (бризантные)	Взрыв бризантных веществ при проходке горных выработок Кизела, Соликамска и добыче камня. Взрыв бризантных веществ при торпедировании нефтяных скважин В. Чусовских I орошков, Краснокамска Взрыв бризантных веществ при сейсморазведке	Нет данных	—	Нет данных	Нет данных	—	—
	Денудационные сейсмы А ₂	IV (А ₂ ²) Карстовые — произошедшие в результате обрушений в карстовых пещерах и при образовании провальных воронок	В основном карстовое, но с возможным участием и других причин — Добрянский район Косвинский район Кунгурский район	7 2 3	1837 1845 1852 1867 1931 1911 1915 1923 1923	3—5 5 3—5	6 26—50 6—50	2, 3, 5, 6 16—18 10—11 13, 15	
	Бендионные сейсмы А ₃ , связанные с горным давлением	IV—VI (А ₃ ³ —А ₃) Карстокамерные	Обрушение кровли выработок в каменноугольном руднике и вызванные этим обвалы в лежащих выше карстовых пустотах — Кизеловский район	5	1934	3—4	6—25	19—23	
Ближнетектонические сейсмы В	Тектогенетические сейсмы В ₁	IX (В ₁ ¹) Дизъюнктивные	Перемещение по поверхностям тектонических нарушений. Молотовский, Осинский, Кунгурский районы . Кыновский завод Кыновский завод Серебряная волость рек Кама и Чусовая Б. Сосновское Восточная часть Молотовской области	1 1 1 1 1(2) 1	1798 1847 1902 1908 1914	4 5 6 4 4—5	11—25 26—50 11—25 11—25 11—50	1 4 8 9 12	

Категорические сейсмические явления в Молотовской области

Тектогенетические сейсмы в Молотовской области — редкое явление. Это землетрясения 1798, 1847 и 1914 гг., захватившие значительные области. Наибольшими данными мы располагаем по последнему землетрясению 17/VIII 1914 г., вероятный эпицентр которого находится в районе Билийбаевского завода, где, по Е. А. Кузнецову (1941), мы имеем поверхность дизъюнктивной дислокации. То же констатировано О. П. Эйнором (1938) и для района ст. Кузино, где в 1914 г. происходило перемещение по поверхности дизъюнктива. Это побудило нас отнести землетрясение 1847 г., распространенное на меньшей территории вдоль складчатого Урала, и землетрясение 1798 г., имеющее по площади своего распространения большое сходство с землетрясением. 1914 г., к дизъюнктивным.

Землетрясение 1902 г., отмеченное на реках Каме и Чусовой, по всем данным, также тектогенетическое и, по видимому, обусловлено подвижками по поверхности дизъюнктива.

Не вполне ясен вопрос о землетрясении 1/VII 1908 г. в селе Б. Соснова. Оно отнесено нами к тектогенным, в частности к дизъюнктивным, несколько условно. Развитие здесь песчано-глинистых отложений и отдаленность от берега Камы исключают возможность карстового или оползневого землетрясений. Другие типы землетрясения также невозможны. Единственной возможной причиной землетрясения, если данные каталога правдивы, могут быть тектонические движения. Носили ли они дизъюнктивный характер, установить нельзя.

По существу, за 145 лет в Молотовской области было три несомненно тектогенетических землетрясения, одно возможное и одно сомнительное. Землетрясения 1798 и 1914 гг. захватывали восточную половину области, а землетрясения 1847 и 1902 гг. – главным образом восточную горную полосу. Повторяются тектогенетические землетрясения примерно через 50–100 лет.

Одно, землетрясение, имевшее место в Молотовской области, не предусмотрено даже в наиболее подробной генетической классификации Н. Н. Карлова. Это землетрясение 30/VIII 1887 г., обусловленное падением Оханского (правильнее Таборского) метеорита. Оно вызвало землетрясение силой в 4 балла. Аналогичные явления наблюдались при падении тунгусского метеорита, которое было зарегистрировано рядом сейсмических станций.

Было бы целесообразнее считать также причиной землетрясений и падение метеоритов. В классификации Карлова имеется класс (III) обвальных землетрясений, обусловленных крупными горными обвалами и лавинами. Как и при падении метеоритов, землетрясения этого класса обусловлены ударом пород или снежных масс о земную поверхность. Разница только в происхождении материала. Поэтому возникает необходимость в выделении еще метеоритных землетрясений.

Включая в классификацию Н. Н. Карлова основные микросейсм, в большинстве характеризующиеся, как обвалы и падение метеоритов, приложением к земной поверхности извне и отличающиеся только продолжительностью (больше долей- минуты), получим генетическую классификацию сейсмических явлений (табл. 2). В ней выделена особая группа гипергенетических сейсм. Сотрясения от микросейсм часто сильнее, чем от обычных землетрясений. Такое явление мы имеем при движении транспорта. Это установлено не только, наблюдениями в Молотовском университете, но и инструментально (Гутенберг, 1935. Материалы VII Международного дорожного конгресса, 1937).

О сейсмическом районировании Молотовской области

Данные о землетрясениях в Молотовской области (с 1798 г.) позволяют наметить основные сейсмические районы.

Сила землетрясений в Молотовской области не превышала 5 баллов по шкале Меркалли-Канкани.

Группы	Подгруппы	Классы — по розу причин, определяющих собой генетический тип сейсм
Гипергенетические сейсм (поверхностные) Вызваны внешним воздействием на поверхность земной коры	Микросейсм — с значительной продолжительностью Космогенные сейсм Обвальные сейсм	Прибойные, обусловленные морским прибоем Ветровые, обусловленные давлением воздушных потоков на землю, передаваемых через здания, деревья, кусты Транспортные, обусловленные движением поездов, трамваев, автомобилей Машинные, обусловленные работой силовых установок, машин, паровых молотов и т. д. Метеоритные, вызванные падением метеоритов Обвальные, вызванные крупными горными обвалами Лавинные, от падения лавин
Эпигенетические сейсм (неглубокие) Вызваны напряжениями в наружном слое земной коры (глубина фокуса до 3 км)	Эксплозивные сейсм, обусловленные взрывами Депуационные сейсм	Вулканические, вызванные взрывами газов и паров и в случае вулкана Бризантные, вызванные взрывами при разработке полезных ископаемых, сейсморазведке, строительстве Оползневые, вызванные смещением грунтовых масс при оползнях Карстовые, произошедшие в результате образования провалных воронок и обрушения кровли карстовых пещер Карстово-камерные, произошедшие в результате обрушений кровли горных выработок и находящихся над ними карстовых пустот Камерные, вызванные обрушением кровли горных выработок Бендонные, обусловленные явлением «стреляния» или бендонов в подземных горных выработках
Батигенетические сейсм (глубинные) обусловлены напряжениями в более глубоких частях в зоне изгиба и скалывания (глубина фокуса 3—50 км)	Тектогенные сейсм, связанные преимущественно с процессами тектогенеза на континентах Тафрогенетические сейсм, обусловленные процессами тафрогенеза, главным образом в океаническом ложе	Пликативные, вызванные формированием складок в складчатых системах без значительных разрывов Дизъюнктивные, связанные с разрывами сплошности Рифтовые, обусловленные образованием рифтов в пределах океанического ложа и шельфа Афессивные, вызванные подводными оползнями (как следствием рифтообразования)
Абиссогенетические сейсм (сверглубокие) Вызваны напряжением в недрах силикатной оболочки земли (глубина фокуса 50—700 км)	—	Критогенные, связанные с процессами внутренней части земли, природа которых не вполне установлена. Возможно, что они связаны с перекристаллизацией вещества в силикатной оболочке земного шара

Они не представляют в большинстве случаев опасности для жилых зданий и предприятий, так как ограничиваются сотрясением всего здания без образования трещин. Однако различие в геологическом строении, отражающееся на частоте и генезисе землетрясений, позволяет выделить основные сейсмические районы.

Всего можно наметить три таких района.

1. Западный район. Это западная часть области, находящаяся на запад от меридиана 56°, или точнее: на севере, западе и юге границей района являются границы области, на востоке — р. Кельтма от границ области до устья, р. Кама до г. Молотова, а далее водораздел между реками Камой и Сылвой, Тулвой (Тулзой), и Иренью, а южнее р. Таныш от истока до южной части области.

В западном сейсмическом районе под четвертичным* покровом выходят полого залегающие верхнепермские красноцветы. Землетрясения здесь редки и слабы. Сила их 3—4 балла по шкале Меркалли-Канкани для восточной части района и 1—2 балла для остальной. Землетрясения тектогенные, происходящие примерно через 100 лет (1798, 1908 (?), 1914).

2. Восточный район составляет большую часть востока области. На востоке границей района является примерно меридиан 58° 30', «а западе — восточная граница западного сейсмического района, а на севере, а юге и юго-востоке — границы области.

Восточный сейсмический район сложен в основном нижнепермскими, карбоновыми, девонскими и силурийскими отложениями. Тектоника более проста на западе и постепенно усложняется к востоку, где к пликативным дислокациям прибавляются дизъюнктивы.

Землетрясения здесь более часты, но слабы. Сила их до 5 баллов. Развитие карстовых явлений и связанных с ними землетрясений позволяет характеризовать восточный район как область преобладания карстовых сейсм.

Карстовые землетрясения развиты не только в Кизеловском, Косьвинском, Добрянском и Кунгурском районах, но и в Вишерском, Язьвинском и Чусовском.

Тектогенные сейсмы здесь обладают силой в 4–5 баллов. Во время землетрясения 1914 г. в области между Нытвой и Суксуном наблюдалось затухание сейсмических волн.

Тектогенные землетрясения в этом районе характеризуются распространением зоны силой в 5 баллов до р. Косьвы на севере.

3. Северо-восточный район представляет сравнительно узкую полосу, ограниченную на западе меридианом $58^{\circ} 30'$ и границами области с севера, востока и юга. Это район развития метаморфической толщи и фаунистически не охарактеризованного нижнего палеозоя. Слагающие его породы сильно дислоцированы и почти не содержат известняков.

Северо-восточный район характеризуется отсутствием карстовых землетрясений. Имеют место только тектогенные сейсмы, в частности дизъюнктивные, сила их 4–5 баллов. Землетрясения здесь бывают примерно через 50 лет.

Выводы

1. Молотовская область характеризуется слабыми землетрясениями, не превышающими 5 баллов. Практически область в сейсмическом отношении не опасна.

2. За 145 лет (1798–1943) зарегистрировано 23 землетрясения, из которых 17 карстовых, 5 тектогенных и одно обусловлено падением. Оханского метеорита. Преобладают карстовые землетрясения. Тектогенные сейсмы, из которых наиболее значительные были в 1798, 1847 и 1914 гг., обусловлены перемещением по поверхности дизъюнктивов.

3. Область может быть разделена на три сейсмических района: западный, восточный и северо-восточный, отличающихся по генезису силе и частоте землетрясений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бирилова Н. И. Карстовые явления Кунгура и его окрестностей. Изв. Гос., гидрол. ин-та, № 66, стр. 20–30, 1934.

2. Вейс-Ксенофонтова З. Г. и Попов В. В. К вопросу о сейсмической характеристике Урала. Тр. Сейсм. ин-та АН СССР, № 104, стр. 12, 1940.

3. Гутенберг В. Основы сейсмологии. 1935.

4. Заборинекий П. К вопросу о причинах подземных толчков в Верхне-Губахинском поселке Кизеловского района. Тр. Сейсм. ин-та АН СССР, № 104, стр. 10, 1940.

5. Карлов Н. Н. К вопросу о классификации сейсмических явлений в земной коре. Научи, зап. Днепропетровского ун-та, т. XVII, вып. I, стр. 159–168, 1940.
6. Кузнецов.Е. А. Тектоника среднего Урала. Ин-т геологических наук АН СССР, стр. 143, 1941.
7. Материалы VII Международного дорожного конгресса. Гостранстехиздат стр. 208, 1937.
8. Орлов А. Землетрясения в приуральских странах. Тр. О-ва естествоиспыт. при Казанском ун-те. Казань, 1873.
9. Орлов А. и Мушкетов И. Каталог землетрясений Российской империи. Записки ИРГО, XXVI. СПб., 1893.
10. Эйнон О. П. К поискам нефти на среднем Урале. Разведка недр, № 2, стр. 28–29, 1938.
11. Hoernes R. Erdbebenkunde. Leipzig, 1893.
12. Montessus B. de B a Po re. La Geologie seismologique. Paris, 1924.
13. Oldham R. D. The construction of the earth. Quarterly. J. of the Geol. Soc., 62. 1906.
14. Sieberg A., Erdbebenkunde. Jena, 1923

Ф. А. Максимович

„К характеристике седиментных
явлений в Мелитовской
области“

Отрывок из

„Известия Всес. геогр. об-ва“

Т. 75 в. 4, стр. 8-15, 1943.

Г. А. МАКСИМОВИЧ

К ХАРАКТЕРИСТИКЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ
В МОЛОТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

На территории Молотовской области, среди развитых здесь палеозойских отложений довольно большую роль играют легко растворимые породы — известняки, гипсы и ангидриты. Это обуславливает появление карстовых явлений и сопровождающих их провалов. Последние являются причиной обширных землетрясений, которые в Молотовской области преобладают.

Данных о землетрясениях на рассматриваемой территории немного. Они имеются у А. Орлова (1873, 1893), Н. И. Бириловой (1938), З. Г. Вейс-Ксенофонтовой (1940) и П. Забаринского (1940). Данные эти требуют пополнения, особенно по карстовым землетрясениям.

Приводим описание землетрясений на территории Молотовской области.

1. В 1798 г., 23/V, в 4 ч. 30 м., произошло землетрясение в г. Перми. Направление С-З на Ю. Продолжительность — несколько секунд. Особенно чувствительно было в каменных зданиях. «В соборной церкви качалась паннадвигла, тряслись скамьи и скамьи был какой-то гул (глухой шум). В домах колебались стены и мебель и трескали окна. Сила землетрясения по шкале Меркалли-Канкани 4 балла. По А. Зибергу (1923), землетрясение относится к умеренным и характеризуется ускорением 11—25 м/сек².

Землетрясение захватило область, простирающуюся на северо-запад через Осинский, Кунгурский и Верхотурский уезды, а на юго-восток через Периский, Кунгурский и Екатеринбургский уезды.

2. В 1837 г., 17/А, около 10 ч. вечера на реке Каме в Добрянском заводе наблюдалось землетрясение и столь сильное, что спавшие на печи работники пробудились и думали, что печь обвалилась. (Дата землетрясения установлена приблизительно по рассказам старожилков.) Сила 4 балла (?). Умеренное.

3. В 1843 г. на р. Каме в Добрянском заводе настолько значительное землетрясение, что в кладбищенской церкви из паннадвиглы выпало несколько свечей. Сила 3 балла (?). Слабое (ускорение 6—10 м/сек²).

4. В 1847 г., 27/IV, в первом часу пополудни, на Кыновском заводе было землетрясение «так что дома жителей Кыновского завода потрясла и была большая испуг между жителями» (сообщено проф. А. А. Строгим). Сила 5 баллов. Умеренно сильное (ускорение 26—30 м/сек²).

5. В 1852 г. в январе (число не установлено) легкое землетрясение в Добрянском заводе. Сила 3 балла (?).

6. В 1867 г., 26/V, около 7 ч. 30 м. утра, в Добрянском заводе было отмечено значительное землетрясение, сопровождавшееся гулом, похожим на раскаты отдаленного грома. Особенно оно было заметно в домах и в церкви, откуда жители выбежали на улицу. В заводском пруду вода сильно взволновалась. Землетрясение ощущалось еще в 36 пунктах. Область, охваченная землетрясением, расположена по обоим берегам р. Камы. Колебания распространялись вдоль долины р. Камы на 20 км. Сила 5 баллов.

7. В 1887 г., 30/VIII, в 12 ч. 30 м., в селе Частинском Оханского уезда Пермской губернии на р. Каме произошло колебание почвы, вызванное толчком. Сила толчка была настолько велика, что стекла в рамках зашвырнуло и в деревянных непрочных зданиях заколебались стены. Над г. Пермью в это время пролетел аэроплан. Он упал в версте от селения Табори, в 15 в. от г. Оханска, на поле, с таким треском, что работавший поблизости крестьянин упал без чувств. Гром был слышен в с. Острож-

скам. На Спешковской (Сташховской?) волости сообщают о целом дожде камней довольно великим, которым повреждены хлеба в лес. Сила 4 балла.

8. В 1902 г., 12 IX, в 19 ч. 18 м., землетрясение в некоторых пунктах рр. Камы и Чусовой. В Серебрянской волости — разбитый тул, дребезжащие посуды и дрожание стекол. То же и в д. Луковке в Кедровке. На Ослянской пристани колебания почвы не замечено, но слышен был удар с треском. Наблюдалось также дребезжание окон, ставней и посуды. Сила 4 балла.

9. В 1908 г., 1 VII, в 11 ч. 41 м., в с. Большое Сосновское Оханского уезда, Пермской губ. слышался гром и незначительные толчки. Сила 4 балла (г.).

10. В 1911 г., 6—7 III, в 20 ч., в д. Милковой Пермской губ. качались тары часов, в Мазыловке сорвалась полка со стены, в Тихой, Красной и Яриной, расположенных в долине р. Косыма, наблюдались также толчки (до 5 баллов), сопровождавшиеся подземным гулом. В некоторых местах переносился лед и повело двери.

6. Сизев полагает, что землетрясение обусловлено карстовыми провалами, которые весьма вероятны в этой местности, где гипс имеет большое развитие.

11. В 1911 г., 8—9 XI, повторилось землетрясение в д. Милковой (7 томов). Во время более сильных толчков замечено колебание височных предметов. Сила 5 баллов.

12. В 1914 г., 17 VIII, в 9 ч., в Пермской обл. и Свердловске отмечен тул и сильные колебания. В Кунгуре было 6 толчков, продолжительностью около 1 мин. В Нижне-Тавальском заводе землетрясение выразилось в легкой колебании, продолжительностью 0,5 мин. В Красноуфимске, Кургане и Златоусте — полновозрастное колебание. С наибольшей силой землетрясение проявилось в Билимбаевском заводе (в 56 км от Свердловска). Здесь попадали дымовые трубы, и сильно треснули стены. Сила 7 баллов.

Землетрясение отмечено также в Лысьве (3 балла), в с. Шархане, в Кизеловском районе и Туринске.

На значение в августе 1914 г. перемещения по поверхности надвига на р. Терсе (приток р. Чусовой). В Кунгуре было 6 толчков, продолжительностью около 1 мин. В Молотовской области, по связи его с землетрясением указывает О. П. Эйвор (1938). От землетрясения упали ледя, шедшие с грузом. По нарушению текла нефтеобразная вязкость.

13. В 1915 г., 10 VIII, в 9 ч., в г. Кунгуре ощущалось землетрясение, сопровождавшееся колебанием почвы, дрожанием стен, бряцанием посуды. Оно было вызвано провалом, произошедшим в 25 км от г. Кунгура.

14. В 1923 г., в июле, в г. Кунгуре после обильных и продолжительных дождей в центре города, у старинного здания б. казначейства, посреди Ленинской улицы, произошел провал, в результате которого на поверхности образовалась воронка глубиной в 4 м, диаметром в 1,25 м.

15. В 1925 г., в июне, в 1,5 км от д. Шапужовой, в 20 км от г. Кунгура, среди леса произошел провал, диаметром 13 м и глубиной 6 м. Образование провала сопровождалось «колебанием почвы», которое ощущалось в д. Шапужовой.

16. В 1931 г., 15 I, в 8 в. 58 м., землетрясение в Добрянске (Добрянке). Дома шатались, отрывались и закрывались двери, в 3—4 км к ЮЗ от Добрянска люди терзали равновесие на ходу.

17. В 1931 г., 16 I, в 1 ч. 30 м., повторилось землетрясение в Добрянске.

18. В 1931 г., 19 I, в 12 ч., землетрясение небольшой силы в Добрянске.

19. В 1934 г., 10—11 X, землетрясение в В. Губахинском поселке Кизеловского района в виде толчков, ощущавшихся отдельными днями.

20. 20—25 X ночью (ранним утром) там же отмечено несколько толчков большой силы.

21. 21 XI, в 7 ч. — 7 ч. 10 м., ощущались толчки в северной части В. Губахинского поселка силой 4 балла.

22. 28 XI, в 7 ч. 10 м., в том же поселке наблюдалось землетрясение, оно сопровождалось звоном посуды и оконных стекол, передвижением мелких и крупных предметов домашней утвари. В одной квартире от толчка обвалился небольшой кусок штукатурки. В доме № 22 по Первомайской улице расстрекоталась стена. Наиболее заметно было колебание в верхних этажах панельно-бетонных домов. В нижних деревянных домах колебание ощущалось слабее. Толчки имели «горизонтальное направление». Продолжительность колебаний 8—10 сек.

Наиболее сильные толчки сосредоточены в северной части поселка. На окраинах они имели меньшую силу или вовсе не ощущались. Большинство очевидцев указывает на направление толчков с севера на юг.

23. В декабре в В. Губахинском поселке толчки наблюдались значительно реже. Комиссия, созданная Кизеловским горсоветом, объясняет землетрясения (№ 21—23) прогибом кровли над выработанным пространством угольных пластов, вызванным обрушением в пустотах и щелях в покрывающей углиную толщу известняков.

24. В 1934—1942 гг. в здании университета в г. Молотове и особенно в общежитиях университета при прохождении железнодорожных поездов наблюдалось колебательное движение мебели.

Таковы немногочисленные данные о землетрясениях в Молотовской области за 145 лет (1798—1943). Просмотр старых газет, изучение архивов, особенно заводских, несомненно даст некоторые дополнительные материалы. Однако характеристика сейсмичности Молотовской области может быть дана и по уже имеющимся сведениям.

Всего за 145 лет было зарегистрировано 23 землетрясения, или в среднем 1 землетрясение в 6 лет. По пятидесятилетиям землетрясения распределяются следующим образом:

1798—1848	4
1848—1898	3
1898—1942	16 (неполное)

Рост числа землетрясений за последние 44 года объясняется не усилением движения земной коры на территории Молотовской области, а лишь лучшей их регистрацией. С ростом населения, ростом грамотности фиксируется больший процент землетрясений. Конечно, и в период 1898—1942 гг. значительная часть карстовых землетрясений осталась не зарегистрированной. В предшествующие же два пятидесятилетия зафиксированы только единичные землетрясения, связанные в основном с тектоническими движениями. Надо полагать, что всего за 145 лет на территории Молотовской области было 130—160 разнообразных землетрясений, или в среднем одно землетрясение в год.

Генезис землетрясений

Классификации сейсмических явлений по генезису довольно многочисленны. Из них наибольшее значение имеют классификации Р. Герисса (1893), А. Зибера (1923), Р. Д. Ольхама (1923), Б. Монтесю де-Баллора (1924) и Н. Н. Карлова (1940).

Пользуясь наиболее детальной генетической классификацией сейсмических явлений Н. Н. Карлова, рассмотрим землетрясения в Молотовской области (табл. 1). Из 23 землетрясений на собственно карстовые приходится 12; 5 землетрясений представляют собой те же карстовые обвальные сейсмические явления, но с некоторым участием обрушения кровли в очистном пространстве рудников. Таким образом, к карстовым обвальным сейсмам относится 17 из 23, или 73,9%, т. е. основным типом землетрясений в Молотовской области являются карстовые обвальные.

Несколько неясна природа землетрясения 26/V 1867 г. (№ 6) в районе Добрянского завода, отмеченного в 36 пунктах и захватившего область из 20 км вдоль долины р. Камы. Возможно, что, кроме карстовых явлений и подвижек отложений денудационного характера в направлении р. Камы, мы имеем здесь проявление четвертичных движений колебательного или пликативного характера. В Добрянском районе за 100 лет (1837—1940) землетрясения отмечены семь раз, что, быть может, обусловлено не только хорошо поставленной информацией, но именно наличием современных движений. Изучение этого вопроса представляет интерес.

Тектогенетические сейсмические явления в Молотовской области — редкое явление. Это землетрясения 1798, 1847 и 1914 гг., захватившие значительные области. Наибольшими данными мы располагаем по последнему землетрясению 17/VIII 1914 г., вероятный эпицентр которого находится в районе Билимбаевского завода, где, по Е. А. Кузнецову (1941), мы имеем поверхность дизъюнктивной дислокации. То же констатировано О. П. Эйвором (1938) и для района ст. Кузино, где в 1914 г. про-

Геотектоническая классификация сейсмических явлений в Молотовской области

Таблица 1

Группы	Подгруппы	К л а с с	Характер сейсмических явлений и район проявления	Число землетрясений	Год	Сила баллов по шкале	Ущербность	Л. землетрясений
Эпицентральные сейсм. А	Эксфолюзивные сейсм. А ₁	II (А ₁ ²) Искусственные (бризантные)	Взрыв бризантных веществ при проходке горных выработок Киведа, Соликамска и добыче камня. Взрыв бризантных веществ при торпедировании нефтяных скважин В. Чусовских Городков, Краснокамска Взрыв бризантных веществ при сейсморазведке	Нет данных	—	Нет данных	Нет данных	—
	Депуляционные сейсм. А ₂	IV (А ₂ ²) Карстовые — произошедшие в результате обрушений в карстовых пещерах и при образовании провалов воронки	В основном карстовые, но с возможным участием и других причин — Добрянский район Косовинский район Кунгурский район	7 2 3	1837 1845 1852 1867 1881 1911 1915 1923 1925	3—5 5 3—3	6—50 26—50 6—50	2, 3, 5, 6 10—14 10—11 13, 15
	Бездонные сейсм. А ₃ , связанные с горным давлением	IV—VI (А ₃ ² —А ₃ ³) Карстовокамерные	Обрушение кровли выработок в каменноугольном руднике и вызванные этим обвалы в ложницах выше карстовых пустот — Кизеловский район	5	1934	3—4	6—25	10—23
	Тектонические сейсм. В ₁	IX (В ₁ ¹) Дизъюнктивные	Перемещение по поверхностям тектонических нарушений, Молотовский, Осинский, Кунгурский районы . Кыновский завод Серебряная волость рек Кана и Чусовая В. Сосновское Восточная часть Молотовской области	1 1 1 1 1	1798 1847 1902 1908 1914	4 5 6 4 4—5	11—25 26—50 11—25 11—25 11—50	1 4 8 9 12

В эпицентральные сейсмические явления в Молотовской области

исходило перемещение по поверхности дизъюнктива. Это побудило нас отнести землетрясение 1847 г., распространенное на меньшей территории вдоль складчатого Урала, и землетрясение 1798 г., имеющее по площади своего распространения большое сходство с землетрясением 1914 г., к дизъюнктивным.

Землетрясение 1902 г., отмеченное на реках Каме и Чусовой, по всем данным, также тектогенетическое и, повидному, обусловлено подвижками по поверхности дизъюнктива.

Не вполне ясен вопрос о землетрясении 1/VII 1908 г. в селе Б. Соколова. Оно отнесено нами к тектогенным, в частности к дизъюнктивным, несколько условно. Развитие здесь песчано-глинистых отложений и отдаленность от берега Камы исключают возможность карстового или оползневового землетрясения. Другие типы землетрясения также невозможны. Единственной возможной причиной землетрясения, если данные каталога правдивы, могут быть тектонические движения. Носили ли они дизъюнктивный характер, установить нельзя.

По существу за 145 лет в Молотовской области было три несомненно тектогенетических землетрясения, одно возможное и одно сомнительное. Землетрясения 1798 и 1914 гг. захватывали восточную половину области, а землетрясения 1847 и 1902 гг. — главным образом восточную горную полосу. Повторяются тектогенетические землетрясения примерно через 50—100 лет.

Одно землетрясение, имевшее место в Молотовской области, не предусмотрено даже в наиболее подробной генетической классификации Н. Н. Карлова. Это землетрясение 30/VIII 1887 г., обусловленное падением Охавского (правильнее Таборского) метеорита. Оно вызвало землетрясение силой в 4 балла. Аналогичные явления наблюдались при падении тунгусского метеорита, которое было зарегистрировано рядом сейсмических станций.

Было бы целесообразнее считать также причиной землетрясений и падение метеоритов. В классификации Карлова имеется класс (III) обвалных землетрясений, обусловленных крупными горными обвалами и лавинами. Как и при падении метеоритов, землетрясения этого класса обусловлены ударом пород или снежных масс о земную поверхность. Разница только в происхождении материала. Поэтому возникает необходимость в выделении еще метеоритных землетрясений.

Включая в классификацию Н. Н. Карлова основные микросейсмы, в большинстве характеризующиеся, как обвалы и падение метеоритов, приложением к земной поверхности взрыве и отличающиеся только продолжительностью (больше долей минуты), получим генетическую классификацию сейсмических явлений (табл. 2). В ней выделена особая группа гипергенетических сейсм. Сотрясения от микросейсм часто сильнее, чем от обычных землетрясений. Такое явление мы имеем при движении транспорта. Это установлено не только наблюдениями в Молотовском университете, но и инструментально (Гутенберг, 1935. Материалы VII Международного дорожного конгресса, 1937).

О сейсмическом районировании Молотовской области

Данные о землетрясениях в Молотовской области (с 1798 г.) позволяют наметить основные сейсмические районы.

Сила землетрясений в Молотовской области не превышала 5 баллов по шкале Меркалли-Канкани.

Они не представляют в большинстве случаев опасности для жилых зданий и предприятий, так как ограничиваются сотрясением всего здания без образования трещин. Однако различие в геологическом

Группы	Подгруппы	Классы — по року причин, определяющих собой генетический тип сейсмы
Гипергенетические сейсмические толчки (поверхностные). Вызваны внешним воздействием на поверхность земной коры	Микросейсмические — с значительной продолжительностью Космогенные сейсмические толчки Обваловые сейсмические толчки	Прибойные, обусловленные морскими прибоем Ветровые, обусловленные давлением воздушных потоков на землю, передаваемых через здания, деревья, кусты Транспортные, обусловленные движением поездов, трамваев, автомобилей Машинные, обусловленные работой силовых установок, машин, паровых молотов и т. д. Метеоритные, вызванные падением метеоритов Обваловые, вызванные крупными горными обвалами Лавинные, от падения лавин
Эпигенетические сейсмические толчки (исглубокые). Вызваны напряжениями в наружном слое земной коры (глубина фокуса до 3 км)	Эксплозивные сейсмические толчки, обусловленные взрывами Дефлюационные сейсмические толчки Бендонные сейсмические толчки, связанные с горным давлением в выработках	Вулканические, вызванные взрывами газов и паров и в канале вулкана Бризантные, вызванные взрывами при разработке полезных ископаемых, сейсморазведке, строительстве Оползневые, вызванные смещением грунтовых масс при оползнях Карстовые, произошедшие в результате образования провалов воронки и обрушения кровли карстовых пещер Карстово-камерные, произошедшие в результате обрушения кровли горных выработок и находящихся над ними карстовых пустот Камерные, вызванные обрушением кровли горных выработок Бендонные, обусловленные давлением трещинных или бендонов в подземных горных выработках
Батигенетические сейсмические толчки (глубинные) обусловлены напряжениями в более глубоких частях в зоне изгиба и сдвигания (глубина фокуса 3—50 км)	Тектогенные сейсмические толчки, связанные преимущественно с процессами тектогенеза на континентах Тафрогенетические сейсмические толчки, обусловленные процессами тафрогенеза, главным образом в океаническом ложе	Плывательные, вызванные формированием складок в складчатых системах без значительных разрывов Дивизионные, связанные с разрывами сплошности Рифтовые, обусловленные образованием рифтов в пределах океанического ложа и шельфа Афосские, вызванные подолыми оползнями (как следствием рифтообразования)
Абиссогенетические сейсмические толчки (сверхглубокие). Вызваны напряжениями в недрах силикатной оболочки земли (глубина фокуса 50—700 км)	—	Криптогенные, связанные с процессами внутренней части земли, природа которых не вполне установлена. Возможно, что они связаны с перекристаллизацией вещества в силикатной оболочке земного шара

строения, отражающееся на частоте и генезисе землетрясений, позволяет выделить основные сейсмические районы.

Всего можно наметить три таких района.

1. Западный район. Это западная часть области, находящаяся на запад от меридиана 56° , или точнее: на севере, западе и юге границей района являются границы области, на востоке — р. Кельма от границ области до устья, р. Кама до г. Молотова, а далее водораздел между реками Камой и Сыдой, Тузлой (Тулзой) и Иренью, а южнее р. Тавып от истока до южной части области.

В западном сейсмическом районе под четвертичным покровом выходят подлого залегающие верхнепермские красновесы.

Землетрясения здесь редки и слабы. Сила их 3—4 балла по шкале Меркаллы-Канкани для восточной части района и 1—2 балла для остальной.

Землетрясения тектогенные, происходящие примерно через 100 лет (1798, 1908 (?), 1914).

2. Восточный район составляет большую часть востока области. На востоке границей района является примерно меридиан $58^\circ 30'$, на западе — восточная граница западного сейсмического района, а на севере и юге и юго-востоке — границы области.

Восточный сейсмический район сложен в основном нижнепермскими, карбоновыми, девонскими и силурийскими отложениями. Тектоника более проста на западе и постепенно усложняется к востоку, где к плинктивным дислокациям прибавляются дизъюнктивы.

Землетрясения здесь более часты, но слабы. Сила их до 5 баллов. Развитие карстовых явлений и связанных с ними землетрясений позволяет характеризовать восточный район как область преобладания карстовых сейсм.

Карстовые землетрясения развиты не только в Кизеловском, Косьюнском, Добрянском и Кунгурском районах, но и в Вишерском, Язынском, Язынском и Чусовском.

Тектогенные сейсмы здесь обладают силой в 4—5 баллов. Во время землетрясения 1914 г. в области между Нытвой и Суксуном наблюдалось затухание сейсмических волн.

Тектогенные землетрясения в этом районе характеризуются распространением зоны силой в 5 баллов до р. Косью на севере.

3. Северо-восточный район представляет сравнительно узкую полосу, ограниченную на западе меридианом $58^\circ 30'$ и границами области с севера, востока и юга. Это район развития метаморфической толщи и фаунистически не охарактеризованного нижнего палеозоя. Слагающие его породы сильно дислоцированы и почти не содержат известняков.

Северо-восточный район характеризуется отсутствием карстовых землетрясений. Имеют место только тектогенные сейсмы, в частности дизъюнктивные, сила их 4—5 баллов. Землетрясения здесь бывают примерно через 50 лет.

Выводы

1. Молотовская область характеризуется слабыми землетрясениями, не превышающими 5 баллов. Практически область в сейсмическом отношении не опасна.

2. За 145 лет (1798—1943) зарегистрировано 23 землетрясения, из которых 17 карстовых, 5 тектогенных и одно обусловлено падением Оханского метеорита. Преобладают карстовые землетрясения. Тектогенные сейсмы, из которых наиболее значительные были в 1798, 1847 и 1914 гг., обусловлены перемещением по поверхности дизъюнктивов.

3. Область может быть разделена на три сейсмических района: западный, восточный и северо-восточный, отличающихся по генезису, силе и частоте землетрясений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Виршилова Н. И. Карстовые явления Кунгура и его окрестностей. Изв. Гос. гидрог. ин-та, № 66, стр. 20—30, 1934.
2. Вейс-Кселлофонтова З. Г. и Попов В. В. К вопросу о сейсмической характеристике Урала. Тр. Сейсм. ин-та АН СССР, № 104, стр. 12, 1940.
3. Гутенберг В. Основы сейсмологии. 1935.
4. Заборинский П. К вопросу о причинах подземных толчков в Верхне-Губинском поселке Кизеловского района. Тр. Сейсм. ин-та АН СССР, № 104, стр. 10, 1940.
5. Карлов Н. Н. К вопросу о классификации сейсмических явлений в земной коре. Науч. зап. Днепропетровского ун-та, т. XVII, вып. 1, стр. 159—168, 1940.
6. Кузнецов Е. А. Тектоника среднего Урала. Ин-т геологических наук АН СССР, стр. 143, 1941.
7. Материалы VII Международного дорожного конгресса. Гострансехиздат, стр. 208, 1937.
8. Орлов А. Землетрясения в приуральских странах. Тр. Общ. естествоиспыт. при Казанском ун-те. Казань, 1873.
9. Орлов А. и Мужиков И. Каталог землетрясений Российской империи. Записки ИРГО, XXVI, СПб., 1893.
10. Эйндорф О. П. К поискам нефти на среднем Урале. Разведка недр, № 2, стр. 28—29, 1938.
11. Ноердес R. Erdbebenkunde. Leipzig, 1893.
12. Montessus B. de Ballore. La Geologie seismologique. Paris, 1924.
13. Oldham R. D. The construction of the earth. Quarterly. J. of the Geol. Soc., 62, 1906.
14. Sieberg A. Erdbebenkunde. Jena, 1923.