

*Государственное образовательное учреждение  
среднего профессионального образования  
«Осинниковский политехнический техникум»*

**«Землетрясения  
на территории Кемеровской области»**

Авторы: Курдакова И.Г., Дудник А.К. ,  
группа ТПП-14.1, 1 курс

Научный руководитель: Калинина О.К., преподаватель

## Оглавление:

1. Теоретическая часть	
1.1 Основные характеристики землетрясения.....	3
1.2 Типы землетрясений.....	4
1.3 Краткий обзор землетрясений на территории Кемеровской области.....	5
2. Практическая часть	
2.1 Анализ карт геодинамического районирования юга Кемеровской области.....	6
2.2 Исследование влияния неоднородности структуры вещества на прохождение упругих волн.....	11
3. Выводы.....	13
4. Список источников.....	15

Цель работы:

Рассмотреть особенности сейсмических процессов на территории Кемеровской области.

Задачи:

- 1) Изучить причины и механизм возникновения землетрясений;
- 2) Изучить зоны повышенной сейсмической активности в нашем регионе;
- 3) Изучить влияние подземных разработок на сейсмические процессы.

Методы исследования: работа с литературой и Интернет-ресурсами, работа с картами геодинамического районирования юга Кузбасса, проведение эксперимента.

## 1. Теоретическая часть

### 1.1 Основные характеристики землетрясения

Землетрясения – подземные толчки и колебания поверхности Земли, вызванные естественными причинами или искусственными процессами.

Очаг землетрясения – объём внутриземного пространства, откуда во все стороны расходятся упругие волны – так называемые сейсмические волны (от греческого «сеймос» - землетрясение)

В пределах очага происходит разрыв подземных пород и смещение их по этому разрыву. Разрыв формируется не мгновенно, он начинается в какой-то точке – там, где механическое напряжение велико, а сопротивление пород разрыву относительно мало. От этой точки и развивается процесс смещения пород. Указанная точка есть фокус (гипоцентр) землетрясения.

Протяжённость разрыва (а значит и очаговой области) может достигать десятков, а иногда и сотен километров.

Точка на поверхности земли, находящаяся над фокусом землетрясения, называется эпицентром.

Различают два типа сейсмических волн – объёмные и поверхностные. Объёмные волны распространяются во все стороны от очага сквозь объём, заполненный подземными породами. Поверхностные волны распространяются в приповерхностных слоях земной оболочки, они порождаются объёмными волнами.

Таким образом, земной поверхности достаётся как от объёмных волн, так и от поверхностных. Недаром сооружения на поверхности земли страдают от землетрясений сильнее, чем подземные сооружения. При этом особенно опасны поперечные сейсмические волны – именно они раскачивают вверх-вниз, а также из стороны в сторону всё, что находится на поверхности. Поперечные сейсмические волны производят значительно большие разрушения, чем продольные.

Различные сейсмические волны распространяются с разной скоростью. Скорость поперечных объёмных волн примерно вдвое меньше скорости продольных

объемных; ещё медленнее распространяются поверхностные волны. Перед землетрясением часто слышен гул: это достигли поверхности земли наиболее быстрые сейсмические волны – продольные объемные. Позднее приходят поперечные объемные, производящие разрушения. Ещё позднее приходят поверхностные сейсмические волны, которые довершают картину разрушений.

Интенсивность землетрясений на поверхности земли оценивают в баллах. В нашей стране применяется 12-балльная шкала (шкала MSK-64). Различают слабые землетрясения (от 1 до 4 баллов), сильные (от 5 до 7 баллов) и разрушительные (от 8 баллов).

Интенсивность землетрясения в его эпицентре зависит от ряда факторов: от мощности подземного разрыва (от количества выделившейся энергии), от того, насколько глубоко залегает очаг землетрясения, также от характера подземных пород в данном месте (как быстро затухают в этих породах сейсмические волны).

Количество выделившейся в очаге энергии характеризуется условной безразмерной величиной, называемой магнитудой. У наиболее сильных землетрясений магнитуда равна 8-9. Шкалу значений магнитуд называют также шкалой Рихтера (по имени известного американского сейсмолога).

Интенсивность землетрясений может быть различна при одинаковых магнитудах. Всё зависит, на какой глубине находится очаг землетрясения.

## 1.2 Типы землетрясений

Существуют три типа землетрясений естественного происхождения: обвальные, вулканические и тектонические.

Основную группу составляют тектонические землетрясения. Их очаги могут находиться на разных глубинах, они возникают как на суше, так и под дном океанов. Литосферные плиты медленно движутся, напирая друг на друга своими краями; края одних плит уходят под края других. В результате на границах литосферных плит возникают огромные механические напряжения. В результате в очаге землетрясения происходит разлом.

Разлом может образоваться под действием различных механических усилий – растяжения, сжатия, сдвига. По мере нарастания деформации в породах постепенно накапливается энергия. Это напоминает постепенное накапливание потенциальной энергии в сжимаемом упругом теле. Рано или поздно напряжение в деформированных породах становится настолько значительным, что слабые породы не выдерживают напряжений, и происходит разрыв и сдвиг пород. При этом накопившаяся в деформированных породах энергия немедленно высвобождается, превращаясь в энергию сейсмических волн.

Кроме землетрясений естественного происхождения существуют землетрясения техногенного характера. Их причиной служит деятельность человека (производство взрывных работ, бурение глубоких скважин и др.)

### 1.3 Краткий обзор землетрясений на территории Кемеровской области

Кузбасс является современным сейсмоактивным регионом, где за последние 200 лет произошло около 20 крупных естественных землетрясений с магнитудой 3,6 – 6,5. А с меньшей магнитудой ежегодно фиксируются сотни землетрясений. Значительный рост количества сейсмических явлений отмечается в последние десятилетия.

За все время наблюдений, о котором имеются исторические свидетельства (около 300 лет), самыми мощными были два землетрясения, произошедшие в окрестностях Новокузнецка на рубеже XIX и XX веков (1898 г. и 1903 г.) и имевшие магнитуды соответственно 5,7 и 6,1.

Произошедшая в сентябре-октябре 2003 г. серия крупных Алтае-Саянских землетрясений имела в районе их эпицентров значительные разрушительные последствия и ощущалась практически на территории всей нашей области. Эпицентры землетрясений находились в районе поселка Кош-Агач, в 300 км южнее границы Кемеровской области. Балльность произошедших 27 сентября и 1 октября сейсмических толчков по шкале Рихтера на территории Кузбасса составляла до 3-4.

Землетрясение в Кемеровской области — землетрясение магнитудой 5,3-5,6 произошло 19 июня 2013 года в 6:02 по местному времени. Интенсивность землетрясения в эпицентре составила 7 баллов. Эпицентр располагался недалеко от Бачатского угольного разреза, в 5 км от села Старобачаты и в 21 км от г. Белово. Гипоцентр землетрясения находился на глубине более 4 км. Землетрясение стало самым сильным на территории области за последние 100 лет.

Землетрясению предшествовало 2 форшока, произошедшие 9 февраля 2012г. и 5 марта 2013г. с магнитудой около 4 с эпицентрами в районе Бачатского угольного разреза. Форшок – это землетрясение произошедшее до более сильного землетрясения и связанное с ним примерно общим временем и местом. Всего было зафиксировано около 25 афтершоков. Афтершок – повторный сейсмический толчок меньшей интенсивности по сравнению с главным сейсмическим ударом.

Сразу после события появилась информация, что землетрясение носило техногенный характер, и оно могло стать рекордным среди землетрясений подобного рода. Позже эту информацию опровергли. Главным аргументом в пользу природного происхождения землетрясения и последовавших за ним в течение двух суток 16-и афтершоковых событий стало то, что они произошли на глубине приблизительно 9 тысяч метров.

Район Салаир – Гурьевск – Белово имеет сложную тектоническую структуру и испытывает большую энергетическую напряжённость.

Бачатский карьер очень крупный — 11 километров в длину и более двух в ширину, его глубина 350 метров. Там проводили измерения, и были зафиксированы достаточно большие техногенные землетрясения. Возможно, они и послужили толчком для возникновения высокой природной сейсмоактивности.

Каждый день в Кемеровской области регистрируется около десяти сейсмических толчков.

## 2. Практическая часть

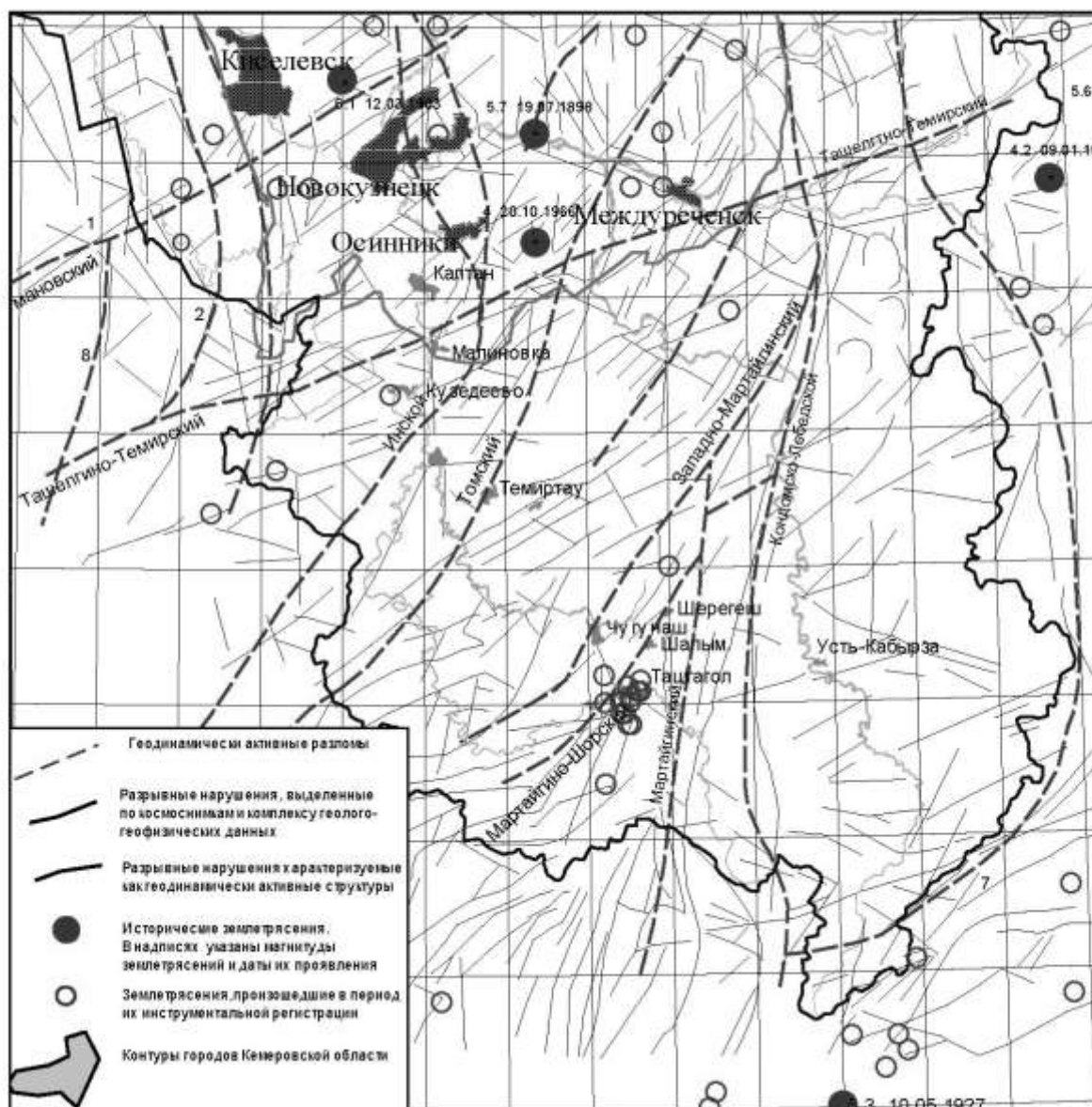
### 2.1 Анализ карт геодинамического районирования юга Кемеровской области

В нашей области добывают уголь. Эта деятельность ведёт к нарастанию природной сейсмической активности Кузбасса. Этому способствуют: высокий уровень техногенной нагрузки на его недра, реструктуризация угольной отрасли на основе закрытия путем затопления нерентабельных шахт и резкая интенсификация технологий открытой и подземной добычи (техногенные землетрясения), значительно возросшие глубины разработки, освоение новых площадей угледобычи.

С активизацией сейсмических явлений возрастает степень риска аварий, способных вызвать катастрофические последствия. В этом отношении Кемеровская область является зоной повышенного риска, т.к. имеет очень высокую концентрацию горнодобывающих, металлургических, машиностроительных предприятий и химических производств.

На территории юга Кузбасса находятся крупные тектонические разломы, которые имеют единые корни с крупнейшими Алтае-Саянскими континентальными разломами. Прежде всего, это Тырганский разлом и Мартайгинский разлом

Помимо этих двух основных разломов по территории проходит ряд разломов второго порядка: Кытмановский, Ташелгино-Темирский и Темиртаусский. Кроме того здесь находятся многочисленные более мелкие разломы. Анализируя карту, на которой обозначены эпицентры наиболее сильных землетрясений, можно сделать вывод, что эпицентры большей части землетрясений расположены в зонах разломов.



Карта 1.

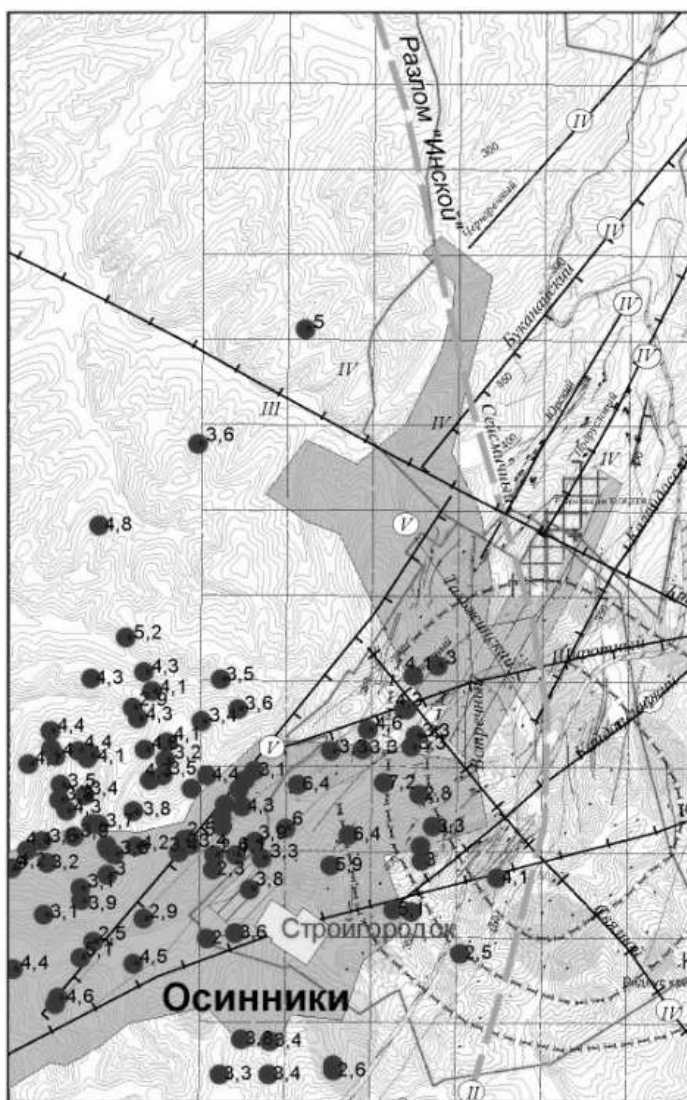
О современной активности разломов говорит и такой факт. По данным геотермических исследований, горные породы в зонах крупных разломов характеризуются повышенной в сравнении со смежными участками температурой, что может свидетельствовать о распространении этих разломов на большую глубину и подъёме по ним термальных вод и газов.[ 2.22]

За последние полвека проблемы освоения природных богатств Кузнецкого края связывались исключительно с наращиванием мощности горнодобывающих предприятий отрасли, внедрением более интенсивных технологий добычи. Как следствие, недра Кузбасса испытывали все более нарастающее воздействие мощных массовых взрывов, проводимых на крупнейших горнодобывающих объектах бассейна. Рассеиваясь и поглощаясь в земных недрах, сейсмическая энергия взрывных работ на протяжении длительного времени вызывает в ней медленные и необратимые изменения. Продолжительное воздействие горных работ

повысили сейсмичность недр вокруг промышленных зон. Крупные объекты угледобычи «подпитывают» развитие систем крупных активных разломов на территории области. [ 2.83]

Распределение эпицентров землетрясений на территории Кемеровской области неравномерно, северная часть в сейсмическом отношении более спокойная, чем южная.

Из анализа карты районирования шахты «Осинниковская», которая находится в нашем городе, можно сделать вывод: здесь наблюдаются частые небольшие землетрясения с малой глубиной гипоцентров, которые принимают характер «роения». Через эту территорию проходит Инской разлом. Возможно, происходит техногенное влияние, вызванное подземными разработками, на естественные сейсмические процессы.



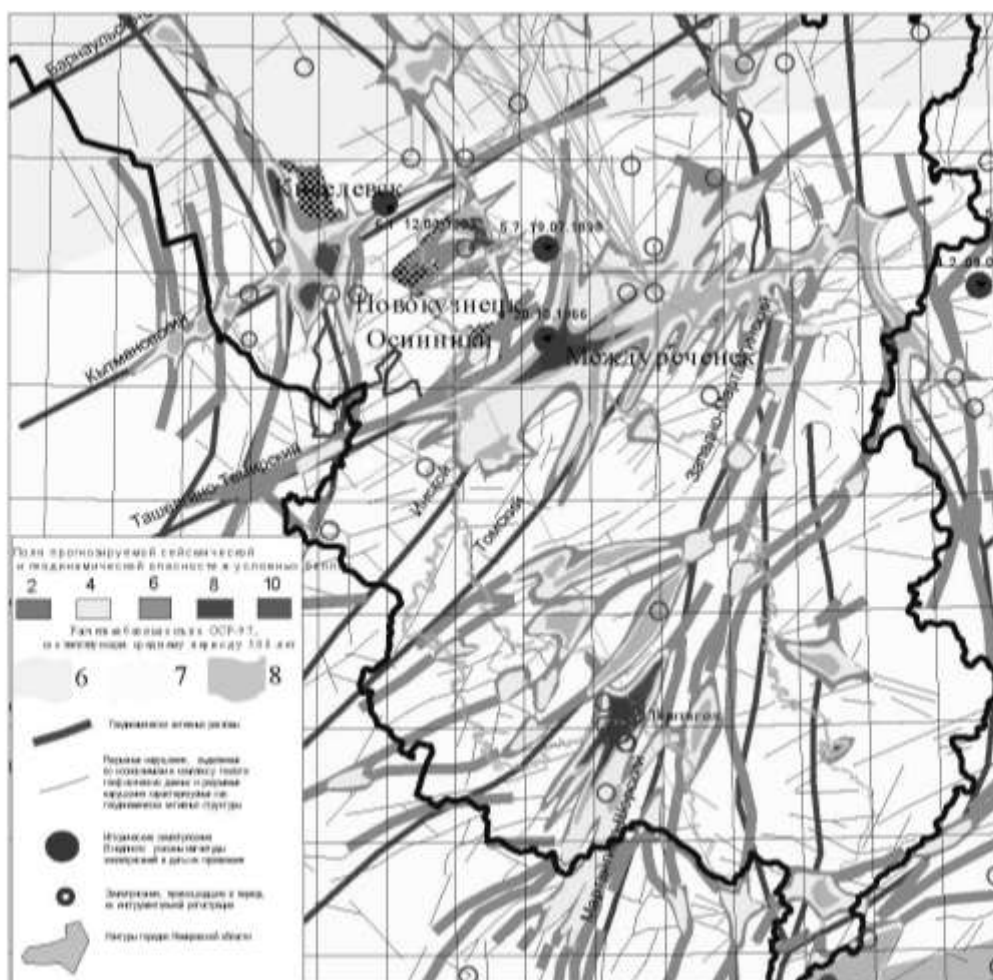
Карта 2. Результаты геодинамического районирования в районе г. Осинники (территория шахты «Осинниковская»)



Существует мнение, что происходящие серии слабых землетрясений, воздействуя на земные недра, препятствуют накоплению напряжений и подготовке наиболее крупных землетрясений. Растет вероятность слабых землетрясений и снижается вероятность сильных землетрясений.

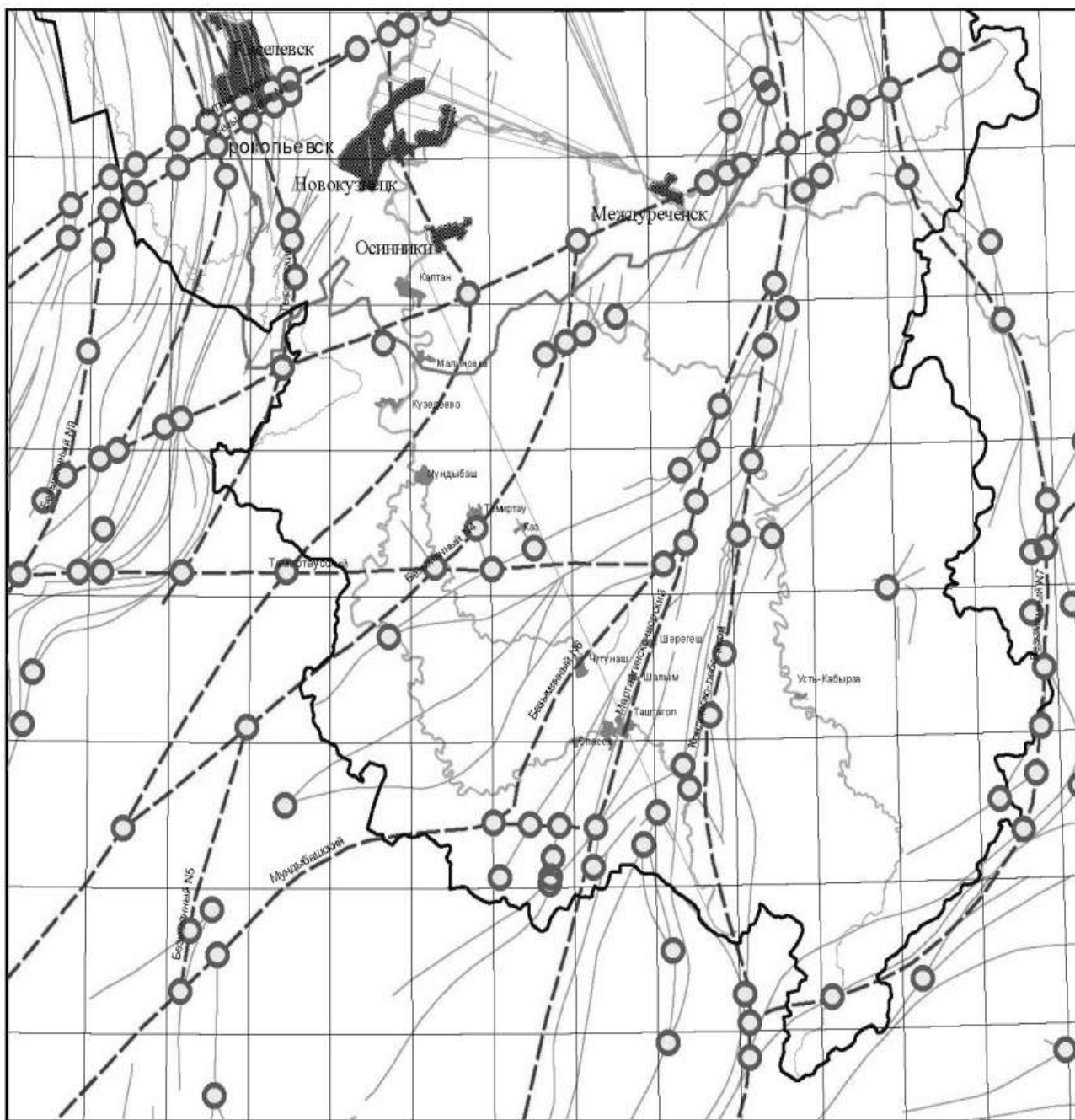
Но существует и другое мнение: слабые техногенные землетрясения не могут разрядить огромные напряжения, возникшие в зоне тектонического разлома. Нарастание сейсмичности в нашем регионе связано с геодинамическими процессами, происходящими по всей Земле.

Наиболее сейсмоопасным районом Кемеровской области является южная часть Кузбасса, в первую очередь район городов Новокузнецка, Прокопьевска, Киселевска и Осинники. На ее восточной границе наиболее опасным районом является Междуреченск. В этом районе, с одной стороны, произошли самые крупные исторические землетрясения, а с другой стороны, здесь же в настоящее время располагаются эпицентры слабых землетрясений в большом количестве. Другим опасным местом является район Таштагола, где наблюдается большое количество землетрясений низких энергетических классов. [ 2. 142]



Карта 3. Положение зон сейсмического и геодинамического риска территории южной части Кемеровской области

Кузбасс является современным сейсмоактивным регионом, в котором происходит нарастание сейсмических и геодинамических процессов. Его территория отнесена к зоне 7-мибальной сейсмической активности.



Карта 4. Схема разломов южной части Кемеровской области с нанесёнными на ней зонами повышенного геодинамического риска. Характеризует наиболее вероятное положение областей развития опасных сейсмических и геодинамических процессов.

## 2.2 Исследование влияния неоднородности структуры вещества на прохождение упругих волн.

На характер землетрясений на территории нашей области оказывает влияние разработка земных недр при угледобыче. Это влияние очень сложное. Как уже отмечалось в начале работы, при землетрясении возникают продольные и поперечные упругие волны. Подземные выработки ослабляют наиболее разрушительные поперечные волны, так как они распространяются только в твёрдой среде. С другой стороны, подземные выработки, особенно заброшенные и затопленные, ослабляют породы, тем самым усиливая сейсмичность.

В своей работе мы исследовали, какое влияние оказывают неоднородности среды на выход энергии упругих волн на поверхность. Для этого сделали три гипсовых формы в коробках из-под тортов. Одна отливка была сплошная, во вторую положили три надутых воздушных шарика, а в третью - три шарика, наполненные водой. На поверхности гипсовых форм расположили 7 строений из зубочисток. Упругие волны создавались ударами молотка по нижней части формы. По каждой гипсовой отливке производили три серии по шесть ударов. По характеру «разрушений» строений сравнивали прохождение упругих волн через отливку. Опыт проводился три раза, для уменьшения вероятностного характера результатов.

Результаты оказались такими:

1 опыт

Номер серии ударов	Число разрушений			Среднее число разрушений
	I	II	III	
Сплошная отливка	3 разрушения	3 разрушения	6 разрушений	4
Отливка с воздушными пустотами	1 разрушение	1 разрушение	3 разрушения	≈2
Отливка с пустотами, заполненными водой	3 разрушения	6 разрушений	6 разрушений	5

2 опыт

Номер серии ударов	Число разрушений			Среднее число разрушений
	I	II	III	
Сплошная отливка	1 разрушение	3 разрушения	3 разрушения	≈2,3
Отливка с воздушными пустотами	0 разрушений	2 разрушения	2 разрушения	≈1,3
Отливка с пустотами, заполненными водой	1 разрушение	2 разрушения	4 разрушения	≈2,3

3 опыт

Номер серии ударов	Число разрушений			Среднее число разрушений
	I	II	III	
Сплошная отливка	2 разрушения	1 разрушение	2 разрушения	≈1,7
Отливка с воздушными пустотами	1 разрушение	2 разрушения	0 разрушений	1
Отливка с пустотами, заполненными водой	4 разрушения	5 разрушений	5 разрушений	4,7

Обобщающая таблица

	Число разрушений
Сплошная отливка	2,7
Отливка с воздушными пустотами	1,4
Отливка с пустотами, заполненными водой	4

Затем мы ещё раз провели опыт, расположив зубочистки вертикально (по 28 на каждой отливке). Результат опыта:

Номер серии ударов	Число разрушений			Среднее число разрушений
	I	II	III	
Сплошная отливка	2 разрушения	3 разрушения	2 разрушения	≈2,3
Отливка с воздушными пустотами	0 разрушений	0 разрушений	1 разрушение	≈0,3
Отливка с пустотами, заполненными водой	2 разрушения	3 разрушения	3 разрушения	≈2,7

### 3 Выводы

1. По результатам опыта можно сделать вывод, что внутренние воздушные пустоты ослабляют выход энергии упругих волн на поверхность. Пустоты гасят поперечные волны и рассеивают энергию волн. Это прослеживается во всех экспериментах.

2. Пустоты, заполненные водой, наоборот, усиливают выход энергии. Это явно выражено в опытах со строениями и незначительно в опыте с вертикально стоящими зубочистками.

Увеличение давления, вызванное ударом, передаётся жидкостью по всем направлениям. При ударе возникает «колыхание» шарика с водой, что приводит к возникновению дополнительных колебаний, а, следовательно, и волн.

При проведении опытов можно было заметить, что разрушения в сплошной отливке происходили над местом удара, в центре. Разрушения на отливке с включением шариков с водой, располагались на всей поверхности.

3. Проводя аналогию с подземными выработками, можно предположить, что незатопленные шахты ослабляют разрушения на поверхности, производимые сейсмическими волнами. Затопленные шахты, наоборот, усиливают разрушительный эффект.

4. Из анализа карт геодинамического районирования можно сделать вывод, что наибольшую сейсмическую опасность представляют зоны, находящиеся в области тектонических разломов (особенно в местах их пересечений), где активно ведутся работы по добыче угля.

5. Ведение подземных работ увеличивает вероятность слабых землетрясений и снижается вероятность сильных землетрясений, поскольку разработка земных недр препятствует нарастанию напряжений. Но существует риск, что дальнейшее техногенное воздействие на недра приведёт к необратимым нарушениям и образованию новых тектонических разломов, что усилит сейсмичность нашего региона.

Не остаётся сомнений, что разработка земных недр на территории нашей области оказывает влияние на происходящие здесь естественные сейсмические процессы.

Список источников:

1. Тарасов Л.В. Физика в природе: книга для учащихся / Л.В.Тарасов – М.: Просвещение,1988. -351с.
2. Геодинамическое районирование Южного Кузбасса: монография / Т.И.Лазаревич [и др.]. – Кемерово: Научно-исследовательский институт горной механики и маркшейдерского дела Межотраслевой научный центр ВНИМИ Кемеровское представительство, 2006. -181с.
3. Землетрясения, тектонические разломы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>, свободный
4. Ашурков В. Землетрясения «наши» и «не наши»/В.Ашурков // Кузнецкий рабочий – 2015 – 8 февраля
5. Кузнецов В. Живая земля / В.Кузнецов // Кузнецкий рабочий – 2015 – 8 февраля
6. В.Валеулин Кузнецкецкие землетрясения / В.Валеулин // Кузнецкий рабочий – 2005 – 15 сентября
7. Землетрясения: история продолжается [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// mediakuzbass.ru/newspapers/61475.html#/news-text](http://mediakuzbass.ru/newspapers/61475.html#/news-text)