

УДК 550.834:622.12

**ПРОВЕДЕНИЕ ШАХТНЫХ СЕЙСМОАКУСТИЧЕСКИХ
ЭКСПЕРИМЕНТОВ В УСЛОВИЯХ МОЩНЫХ ПЛАСТОВ
КАРАГАНДИНСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА**

Кенжин Б. М.

(ТОО «Машизавод №1», г. Караганда, Казахстан)

Смирнов Ю. М., Цай Б. Н.

(КарГТУ, г. Караганда, Казахстан)

Мустафин Р. К.

(КФ АО «Азимут Энерджи Сервисез», г. Караганда, Казахстан)

Саттаров С. С.

*(Министерство энергетики и минеральных ресурсов Республики
Казахстан, г. Астана, Казахстан)*

У статті на прикладі ділянки лави, що готується до відпрацювання, 193 д₆ поля шахти «Тентецька» проаналізовано особливості проведення шахтних сейсмоакустичних експериментів в умовах потужних пластів Карагандинського вугільного басейну.

With specific reference to the “Tentekskaya” Mine take area of no. 193 d₆ longwall being developed details of conducting in-mine seismoacoustic experiments in conditions of thick seams of the Karaganda Coal Basin are analyzed.

Обнаружение и трассирование малоамплитудной тектонической нарушенности угольных пластов с высокой степенью детальности перед непосредственным проведением горных работ остается актуальной задачей, несмотря на хорошую изученность тектонического строения массива на этапе разведки и доразведки угольных месторождений. На безопасность труда и эффективность отработки угольных пластов большое влияние оказывают

малоамплитудные разрывные нарушения угольных пластов с амплитудой смещения до 10-15 м и протяженностью до 250-300 м. Достоверность выявления таких нарушений по данным бурения весьма низка и сведения о них носят предположительный характер. Повышение достоверности прогноза разрывных нарушений угольных пластов бурением геологоразведочных скважин по густой сетке приводит к значительному удорожанию работ, и пропуск таких нарушений является скорее обычным явлением, чем исключением.

В настоящей статье на примере участка подготавливаемой к отработке лавы 193 д₆ поля шахты «Гентекская» дан анализ особенностям проведения шахтных сейсмоакустических экспериментов в условиях мощных пластов Карагандинского угольного бассейна.

Основной метод изучения тектоники угольного массива - геологические построения, обеспечивает низкую детальность разведки, т.к. минимальный размер выявляемых структурных элементов не превышает 10-15 метров.

Безопасная и производительная работа очистных забоев при подземной добыче угля предполагает заблаговременный и надежный прогноз горно-геологических условий строения и состояния углепородного массива из горных выработок. Наиболее точную и достоверную картину тектонического строения углепородного массива позволяет получить использование методов шахтной сейсморазведки для изучения геологического строения и условий залегания угольного пласта и вмещающих пород [1].

В Карагандинском угольном бассейне шахтная сейсморазведка начала применяться с 1981 года с использованием вначале аналоговых сейсмостанций («Тектоника-1»), а с 1984 – цифровых сейсмостанций (MDGB).

Прогнозом геологической нарушенности угольных пластов с использованием подземной сейсморазведки занимался отряд шахтной сейсморазведки экспедиции «Карагандауглеразведка» ВГО «Союзуглегеология» Министерства угольной промышленности СССР. Геофизические работы проводились во всех угленосных районах бассейна, достоверность и надежность полученных результатов соответствовала требованиям угольных пред-

приятый, однако после развала СССР экспедиция «Карагандауглеразведка» закрылась и подземные сейсморазведочные работы были прекращены.

После нескольких взрывов и крупных внезапных выбросов, повлекших за собой человеческие жертвы, на шахтах Карагандинского угольного бассейна встал вопрос о возрождении службы шахтной сейсморазведки.

Анализ современного состояния методических разработок в области методики шахтных экспериментов, обработки и интерпретации полученных результатов, показал недостаточную изученность особенностей сейсмогеологического строения углепородного массива Карагандинского угольного бассейна, что может привести к снижению достоверности и надежности, как полученной информации шахтной сейсмической информации, так и результатов обработки и интерпретации материалов.

Поэтому было принято решение, с использованием современных математических методов, провести моделирование процесса распространения сейсмических волн в углепородном массиве на участке северного блока пласта d_6 шахты «Тентекская», где в 2008 году произошел внезапный выброс, повлекший за собой человеческие жертвы.

Внезапный выброс произошел при проходке конвейерного штрека 193 d_{6-C} подготавливаемой к отработке лавы 193 d_{6-C} – при подходе к тектоническому нарушению с амплитудой смещения 15 метров.

Основной целью исследований было проведение математического моделирования для оценки возможности выделения тектонической нарушенности с амплитудой смещения порядка и выше мощности пласта d_6 с использованием различных методов подземной сейсморазведки – метода сейсмического просвечивания (МСП) и метода отраженных волн (МОВ).

Рассмотрим кратко геологическую характеристику Карагандинского угольного бассейна и непосредственно участка исследований [1, 2].

Карагандинский бассейн является третьим по величине в СНГ. По геолого-промышленному районированию бассейн делится на Карагандинский, Чурубай-Нурунский и Тентекский уг-

леносные районы, отличающиеся по структурно-тектоническим особенностям.

Гидрогеологические условия разрабатываемых пластов в Карагандинском бассейне относительно благоприятные.

Карагандинский угольный бассейн является одним из газобильных. Подавляющее число шахт сверхкатегорные.

В геологическом строении бассейна принимают участие палеозойские, мезозойские и кайнозойские образования.

Карагандинский бассейн принадлежит к типу бисистемных: угленосность связана с каменноугольными и юрскими отложениями. Угли юрского возраста – бурые и разрабатываются открытым способом. Угли карбонового возраста в бассейне каменные и представляют промышленный интерес. Угленосные отложения карбона включают в себя четыре угленосные свиты: Ашлярикскую, Карагандинскую, Долинскую и Тентекскую.

Рассмотрим Долинскую свиту, разрабатываемую шахтой «Тентекская». Наиболее мощным и выдержанным пластом является пласт д₆. Его мощность колеблется от 5,4 до 6 метров. Угли этого пласта высокококсуемые. В кровле пласта залегают преимущественно аргиллиты мощностью до 8 м и реже алевролиты, выше – песчаники. Почва пласта представлена слабыми аргиллитами и алевролитами переменной мощности, склонными к интенсивному пучению.

В тектоническом отношении Карагандинский бассейн приурочен к Карагандинскому синклинию широтного распространения и занимает срединную его часть. С юга бассейн ограничен Жалаирским надвигом, по северному борту – осадочно-вулканогенными образованиями девона, на западе – крупным Тентекским разломом с амплитудой смещения 4 – 5 км. Восточной границей считается та часть, где суживается площадь развития карбона. Двумя поперечными поднятиями (Алабайская антиклиналь и Майкудукское поднятие) бассейн делится на три крупные мульды (с запада на восток): Чурубай-Нурунскую, Карагандинскую и Верхнесокурскую.

Чурубай-Нурунская синклираль (мульда) представляет собой сложную асимметричную складку, вытянутую в меридиональном направлении. В ней сохраняется полный разрез угленос-

ной толщи. Крылья синклинали сложены нижними продуктивными свитами – Ашлярикской и Карагандинской. Чурубай-Нурина синклиналь разделена крупным Чурубай-Нуриным сбросом на две части. Западная часть соответствует Тентекскому угленосному району, а восточная - Чурубай-Нуриному. Здесь интенсивно развита дизъюнктивная нарушенность, при этом наблюдается преобладание нарушений широтного направления, главным образом сбросового характера.

Тектоническое строение поля шахты «Тентекская» сложное и многообразное. Наряду с крупной складчатостью, имеется зона развития мелких структур с вторичными складками и многочисленными разрывными нарушениями, в основном, типа сбросов с амплитудами от первых метров до десятков метров, а также размывов и утонений угольного пласта.

В районе участка подготавливаемой к отработке лавы 193 Д_{6-с} прогнозируется большое количество тектонических нарушений различной амплитуды и простирания (см. рис. 1). Это крупные нарушения - сброс № 7, сброс 18, сброс 18^а, сброс 18^г и тектонические нарушения с амплитудами смещения от 5 до 15 метров, а также утонения и размывы угольного пласта. При ведении горных работ некоторые из прогнозируемых тектонических нарушений были встречены.

Угольный пласт д₆ на участке исследований представлен одной угольной пачкой мощностью 2,4 - 5,20 м, гипсометрия пласта волнистая, изменение угла падения от 5° до 13°.

В таблице 1 описан геологический разрез на участке сейсмических экспериментов. Породы основной кровли представлены аргиллитом, алевролитом мощностью 4,0 - 29,0 м., выше песчаником мощностью 14,0 - 23,0 м. В непосредственной кровле пласта залегает неустойчивый аргиллит мощностью 1,0 м.

В почве пласта залегает неустойчивый аргиллит мощностью 1,0 – 2,9 метра, ниже алевролит мощностью от 7,3 до 15,0 метров.

На основе использования конечно-разностных методов математического моделирования [4] был проведен анализ особенностей распространения сейсмических волн.

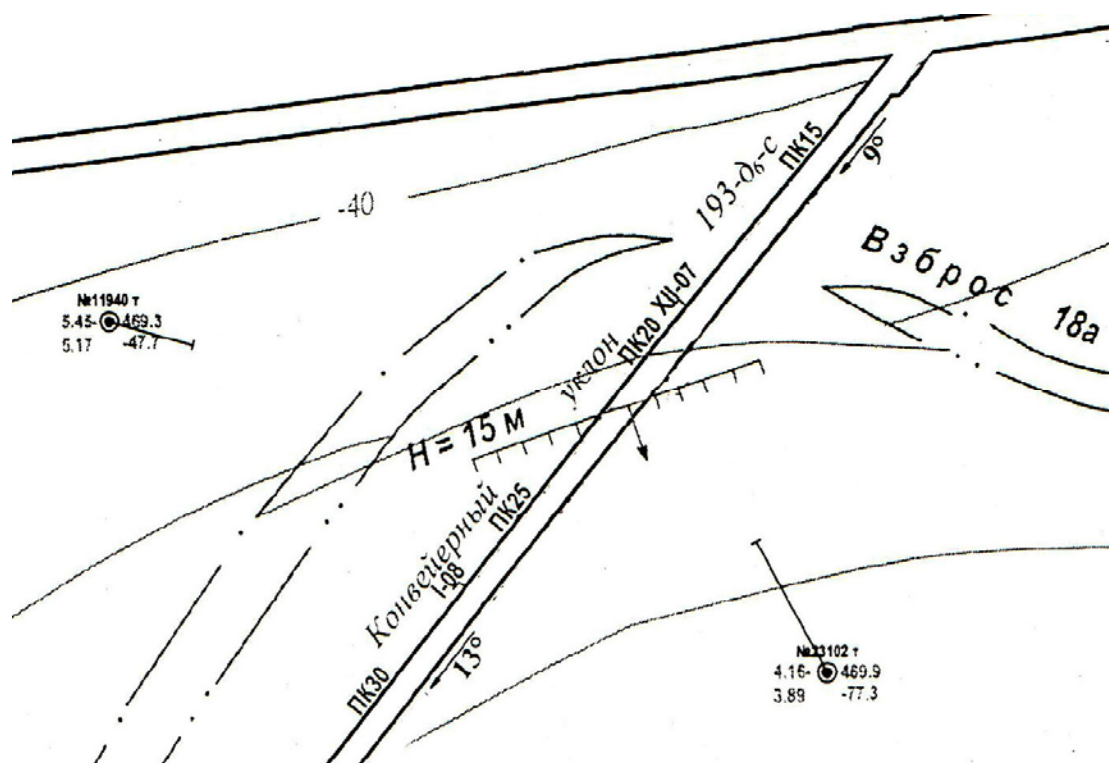


Рис. 1. Схема участка проведения сейсмических экспериментов

Таблица 1
 Геологический разрез на участке конвейерного уклона 193-Д6-с

Мощность, м	Описание пород
14,0 - 22,7	Песчаник темно-серый, мелкозернистый, редко трещиноватый, средней крепости, средней устойчивости
4,0 - 29,2	Алевролит темно-серый с редкими плоскостями скольжения, средней крепости, средней устойчивости
1,0	Аргиллит темно-серый с каолинизированными плоскостями притирания, слабый, неустойчивый
2,4 - 5,0	Уголь полублестящий, тонкополосчатый, с трещинами эндокливажа, крепкий
1,0 - 2,9	Аргиллит темно-серый, слабый, неустойчивый
7,3 - 15,0	Алевролит темно-серый и серый, плотный, средней крепости

Для этого была разработаны физические модели участков углепородного массива, включающие в себя геометрическое описание геологических структур, распределение плотностей пород, скоростей распространения волн сжатия и волн сдвига. Одна из моделей соответствует участку пласта без геологических нарушений, а вторая – участку с тектоническими нарушениями с амплитудами смещения от 5 до 15 м.

На рис. 2 изображены теоретические сейсмограммы волн Релея, описывающие процесс формирования сейсмоакустического сигнала на угольном пласте d_6 на участке исследований. 12 сейсмоприемников (СП) расположены последовательно с шагом 20 м вдоль направления распространения волны.

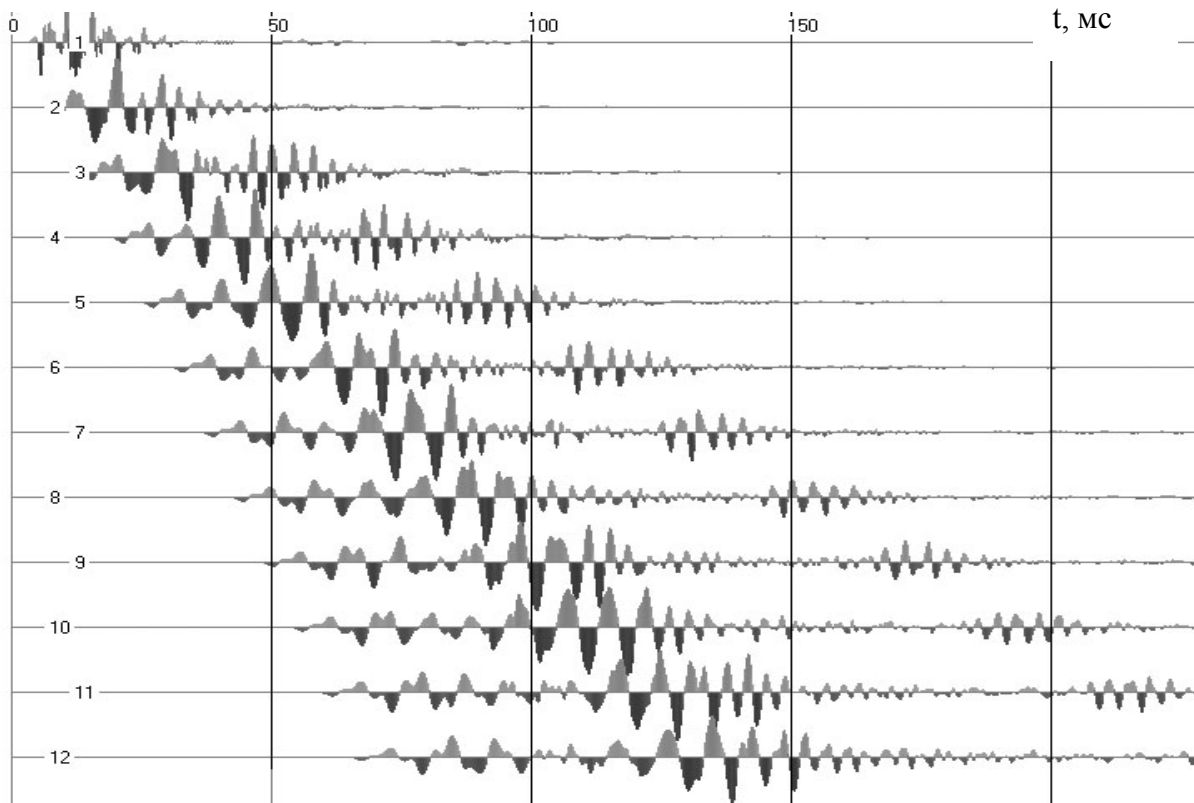


Рис. 2. Набор теоретических сейсмограмм волн Релея для участка пласта d_6 без нарушений

Первые два волновых пакета представляют собой боковые волны сжатия и сдвига, распространяющиеся со скоростями характерными для волн соответствующих типов в алевролите. Их частоты не превышают 300 – 350 Гц с максимумами на 200-

250 Гц. Представляет интерес тот факт, что на сейсмограммах практически не проявляются волновые пакеты боковых волн, распространяющиеся по песчанику. Это объясняется достаточно большим расстоянием от него до угольного пласта, а также тем, что, благодаря значительной мощности, основная часть колебательной энергии концентрируется в угольном пласте.

На сейсмограммах наблюдается также третий волновой пакет со скоростью распространения 0,9 скорости распространения волн сдвига в угольном пласте и частотой в диапазоне 400 – 600 Гц (максимум располагается на частотах 450 – 550 Гц). Это «классическая» каналовая волна Эйри.

Рис. 3 иллюстрирует теоретические сейсмограммы волн Релея, описывающие процесс формирования сейсмоакустического сигнала на угольном пласте с взбросом амплитудой 15 м. Взброс расположен между СП № 7 и СП № 8.

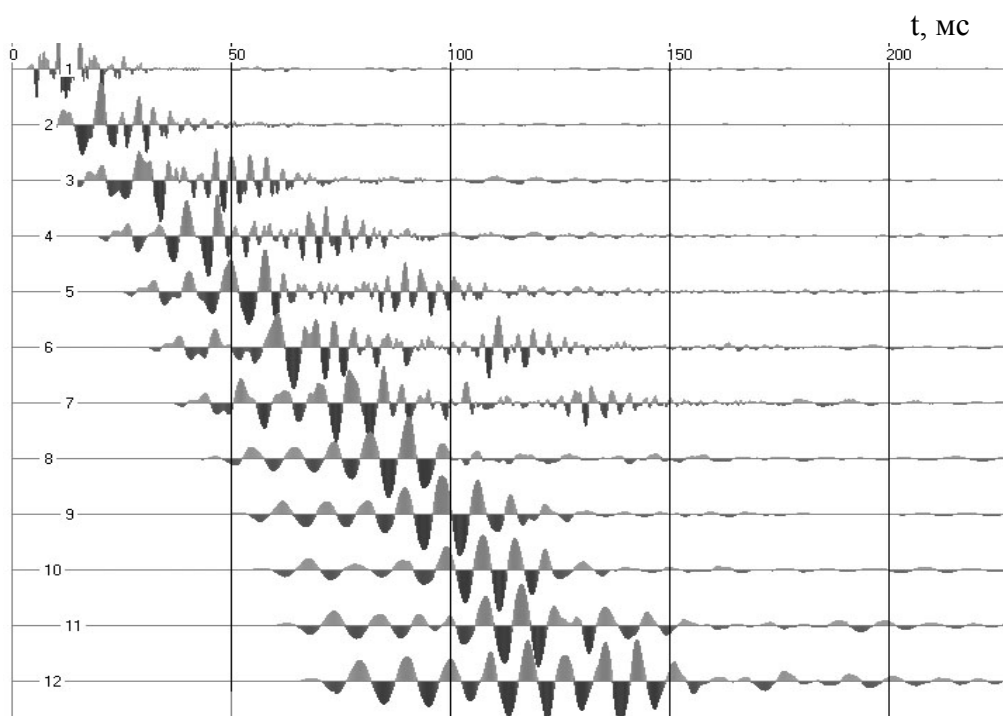


Рис. 3. Набор теоретических сейсмограмм волн Релея для участка пласта d_6 при наличии взброса с амплитудой 15 м

Угол наклона сместителя составляет 45° с плоскостью сместителя. Мы можем убедиться в том, что боковые волны при

прохожденні порушення практично не змінюють своєї структури. Характерні частоти розполагаються в діапазоні 100 – 350 Гц. Широкий максимум розполаген на частотах від 150, до 250 Гц. Амплітуда бокових волн складає 50 – 75 % від тих значень, які були отримані на ненарушеному пласті.

Каналова хвиля спостерігається тільки до СП № 7. Такого роду хвильові пакети не проходять через розрив цілості пласта. На рис. 4 для порівняння представлені приклади частотних спектрів, отримані на вугільних пластах без порушення (см. рис. 4 а) і при його наявності (см. рис. 4 б). Відсутність каналової хвилі призводить до кардинального змінення частотного спектра реєструваного сигналу. Проведені серії розрахунків показують, що таке змінення сигналу характерно для розривних тектонічних порушень з амплітудою від 75 % потужності пласта і більше.

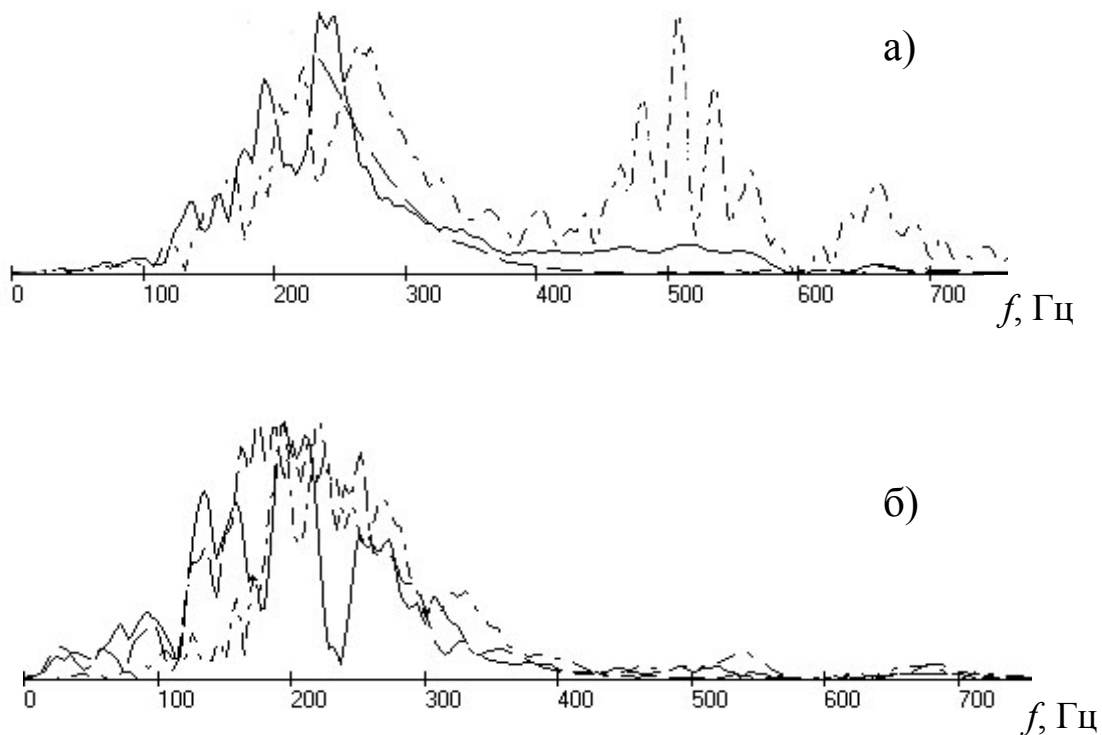


Рис. 4. Приклади частотних спектрів, отримані на вугільних пластах без порушення (а) і при його наявності (б)

Таким образом, при использовании волн Релея при прогнозе разрывных тектонических нарушений основной информативной волной является каналовая. Кроме этого, приведенные расчеты свидетельствуют о том, что метод отраженных волн (МОВ) адаптированный на анализ волн Релея не целесообразно применять при прогнозе тектонических нарушений с крутым расположением сместителя. Рис. 3 наглядно иллюстрирует этот факт. Отраженная волна практически не наблюдается. Этот вывод хорошо согласуется с положениями теории [1, 5], говорящими про то, что при применении МОВ, не зависимо от мощности пласта при углах наклона сместителя меньших 60° наблюдается резкое снижение амплитуды боковых волн, которые при углах наклона сместителя меньших 45° могут не наблюдаться совсем. При углах наклона меньше 30° не регистрируются и отраженные каналовые волны [1].

Полученные результаты могут быть использованы при разработке современных эффективных методик прогноза состояния горного массива в сложных горно-геологических условиях Карагандинского угольного бассейна.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Анциферов А. В. Теория и практика шахтной сейсморазведки [Текст] / А. В. Анциферов // - Донецк.: изд. «Алан», 2002, - 312 с.
2. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР: В 12 т. / Госгеолтехиздат. - М., 1963. - Т. 5: Угольные бассейны и месторождения Казахстана, Кн. 1 Бассейны и месторождения палеозойского возраста. - 720 с.
3. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР: В 12 т. / Госгеолтехиздат. - М., 1963. - Т. 5: Угольные бассейны и месторождения Казахстана, Кн.2 Бассейны и месторождения мезо-кайнозойского возраста. - 432 с.
4. Аки К., Ричардс П. Количественная сейсмология. Теория и методы: Пер. с англ. - М.: Мир, 1983. - Т.2. - 360 с.
5. Азаров Н. Я., Яковлев Д. В. Сейсмоакустический метод прогноза горно-геологических условий эксплуатации угольных месторождений. - М.: Недра, 1988. - 199 с.