

УДК 550.834:624.044

В. Сокола-Шевёла

**МОДЕЛИ ЗАВИСИМОСТИ ИНДУЦИРОВАННОЙ
СЕЙСМИЧНОСТИ И НАБЛЮДАЕМЫХ
ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

Семинар № 1

1. Введение

Горная эксплуатация может стать при определенных условиях причиной появления толчков и горных ударов в выработках. На территории Верхнесилезского угольного бассейна сейсмическую активность индуцированную выемкой месторождения отметили уже в первой половине IX века. Толчки горного массива выступают в настоящее время на более чем нескольких десятках угольных шахт. Эпицентры толчков горного массива имеются в нескольких районах, характеризующихся сравнительно глубоким залеганием пластов и выступанием в их окружающей среде мощных и толстых комплексов песчаников и сильно развитой тектоникой. На изменение состояния угрозы толчками и горными ударами существенное влияние имеет технология ведения горных работ и уровень знаний, позволяющий сделать прогноз, а в дальнейшем применить соответствующую профилактику. Проблема прогнозирования энергии толчков и связей между мерами оценки величины сейсмических явлений уже довольно хорошо разработана. В многих работах [между другими 2, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 19] показана возможность учета деформационных процессов горного массива и земной поверхности для характеристики уровня индуцированной сейсмичности.

Исследования [1, 2, 3, 4, 8, 9, 10, 13, 17] проводимые много лет на кафедре эксплуатации месторождений в Силезском политехническом институте, показали существование корреляционных зависимостей между процессами деформации, происходящими в горном массиве вследствие ведения выемки, и регистрируемым числом и суммарной энергией толчков. В 2004-2007 гг. реализовался исследовательский проект 4Т12А 032 26, основной целью которого было определение зависимости между регистрируемой сейсмической индуцированной активностью, и величинами деформации земной поверхности. Основные результаты этих исследований представлены в работах [5, 6, 7]. В статье представлены, принятые на основе результатов полученных при реализации вышеуказанной работы, модели сейсмической зависимости индуцированной веденной горной эксплуатацией (число N и энергии толчков) и наблюдаемые величины деформации поверхности.

Величины деформации земной поверхности описаны поверхностью поперечного сечения мульды оседания вдоль наблюдательной линии проходящей параллельно направлению подвигающегося фронта лавы. Поверхность принято определять на основе результатов реализуемых периодических геодезических измерений. Модели были проверены для района экс-

платации веденной шахтой каменно-го угля Халемба в поле лавы 6, в пласте 415/1. Данные о регистрируемых толчках, сопутствующих веденной эксплуатации, взяты из архивов Шахтной станции геофизики. Величины деформации получены исходя из результатов измерений, выполненных на спроектированной с учетом прогноз деформации, а в дальнейшем внедренной пространственной наблюдательной сети. В результате исследований определено путём оценки принятых параметров моделей, функциональные связи индуцированной сейсмичности по отношению к наблюдаемым величинам деформации земной поверхности, описанным поверхностью поперечного сечения мульды оседания вдоль наблюдательной линии, проходящей по направлению подвигающегося фронта лав в районе реализуемых исследований.

Модели представленные в статье могут стать основой для разработки метода прогнозирования изменений сейсмичности удароопасных районов.

2. Модели зависимости сейсмичности индуцированной веденной эксплуатацией и наблюдаемых величин деформации земной поверхности

Модели зависимости индуцированной сейсмичности и наблюдаемых величин деформации земной поверхности были определены методами статистического анализа. Они позволяют приблизить искомую функциональную зависимость другой более простой функцией, содержащей соответствующие переменные, приближающей искомую функцию в некоторых ограниченных пределах [12].

2.1. Величины деформации земной поверхности определённые на основе веденных исследований

Для описания хода и определения значения деформации пунктов земной поверхности под влиянием горной эксплуатации, измерению подлежат ряд геометрических величин. В исследованиях принято [18], что существует зависимость между объёмом образованной пустоты в горном массиве, и наблюдаемой сейсмической активностью горного массива, так бесспорным кажется связь между объёмом V_w образующейся мульды, сейсмической эмиссией горного массива, так как объём мульды зависит от объёма образованной пустоты. Одновременно объём наблюдаемой мульды более соответствует реальным движениям горного массива, чем объём образующейся вследствие эксплуатации пустоты в горном массиве.

Принята рабочая гипотеза существования зависимости между объёмом образующейся на поверхности мульды оседания, и наблюдаемой сейсмичностью горного массива.

В принципе при ведении горной эксплуатации на поверхности ведутся периодические геодезические наблюдения на соответственно спроектированных, а затем внедренных наблюдательных линиях. Одна из этих линий находится обычно вдоль подвигающегося фронта лав. Обладаем в основном наблюдениями за оседанием пунктов наблюдательной линии, проходящей вдоль протяженности поля по простиранию, что по необходимости ведет к принятию упрощающей предпосылки, что объём V_w образующейся мульды меняется во времени пропорционально поверхности поперечного сечения P_w мульды оседания, образованного вдоль наблюдательной линии. В дальнейших анализах величина P_{wi} принята как указатель деформации земной поверхности, описывающий наблюдаемые суммарные оседания пунктов наблюда-

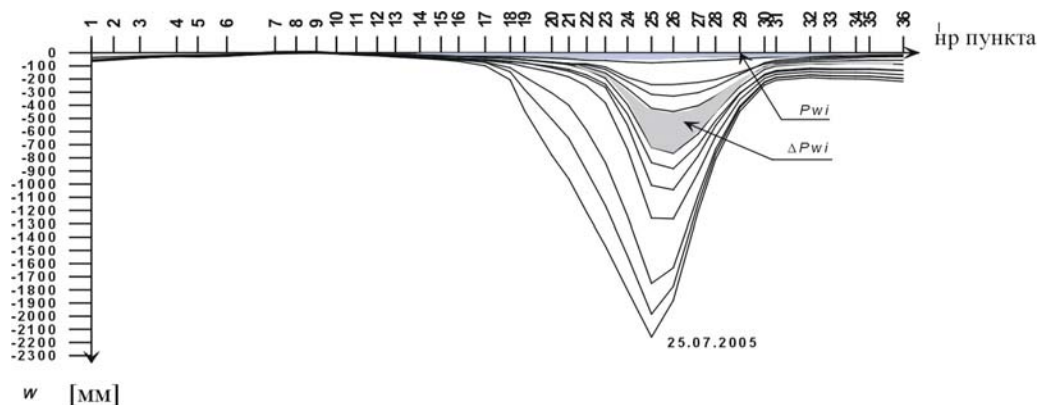


Рис. 1. Измеренные оседания w [мм] поверхности в выбранных циклах измерений

тельной линии в очередных циклах измерений.

Были определены также приросты полей поверхности сечения мульды оседания, замеченные в очередных циклах нивелированных измерений ΔP_{wi} . Измеренные оседания пунктов земной поверхности замеченные в нескольких выбранных циклах нивелированных измерений, выполняемых в рамках проекта 4Т12А 032 26 представлены на рис. 1.

2.2. Показатели, характеризующие уровень сейсмичности, индуцированные веденными работами принятые в моделях

Как стандарт на шахтных геофизических станциях определяются координаты очагов толчков и сейсмические энергии, отсюда показатели, характеризующие уровень сейсмичности принимаются:

N - число толчков зарегистрированных в данном промежутке времени, E - суммарную энергию толчков зарегистрированных в данном промежутке времени.

В модели обозначено:

N_i - суммарное нарастающее число толчков зарегистрированных в промежутке времени обозначенным датой

выполнения цикла нивелированных измерений; E_i - суммарная нарастающая энергия толчков зарегистрированных в данном промежутке времени обозначенным датой выполнения цикла нивелированных измерений.

Конечно, эти показатели зависят от параметров регистрирующей аппаратуры. Число зарегистрированных случаев зависит от локализации сейсмометров по отношению к активному сейсмически району и свойств наблюдательной системы. Дополнительно суммарная энергия толчков сильно нелинейна, что имеет связь с выступлением толчков больших энергий. В связи с этим каждый раз следует провести анализ сильнейших сейсмических явлений для эвентуального исключения случаев регионального характера или являющихся результатом выступления тектонических нарушений.

2.3. Применяемая модель регрессии

В исследованиях шел поиск зависимости между индуцированной сейсмичностью и величиной поля поверхности сечения мульды оседания, описывающего измеренные оседания пунктов наблюдательной линии. Определялась зависимость между нарастающим значением E (N) и P_w .

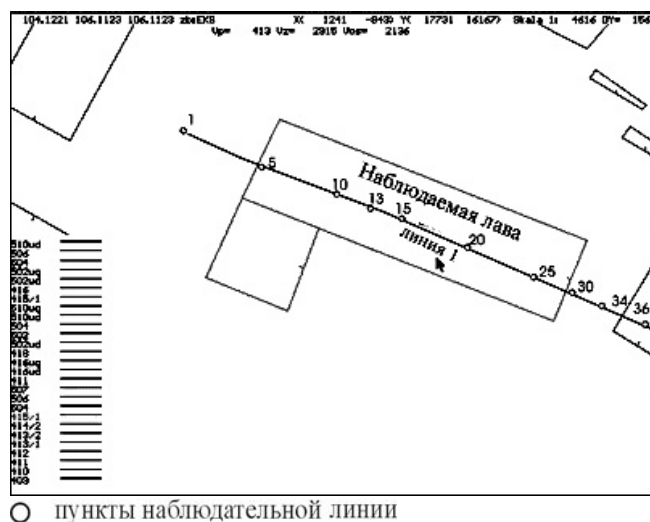


Рис. 2. Контуры эксплуатации веденной в районе в период охваченный исследованиями и абрис наблюдательной линии 1

Эстиматоры параметров α и β линейной модели обозначены a и b .

После учета обозначений функцию регрессии из пробы записано в виде

$$E = a + bPw \quad (2)$$

Зависимости для нарастающего суммарного числа N толчков определены принимая линейную модель регрессии с одной переменной независимой в виде

$$N_i = \alpha + \beta Pw_i + \varepsilon_i \quad i=1,2,\dots,n \quad (3)$$

где N_i – переменная зависимая – нарастающее суммарное число толчков.

Остальные как выше.

Уравнение решалось при предположениях, как для нарастающей суммарной энергии толчков. Окончательно функцию регрессии из пробы записано в виде

$$N = a + bPw \quad (4)$$

Принятые модели были проверены для конкретных горных условий в области веденных исследований деформации земной поверхности в районе эксплуатации лавой 6 в 415/1- KW К „Халемба” в городе Руда Слэнска.

3. Проверка исправности принятых моделей регрессии

Принятые модели регрессии проверено для горных условий охваченных объёмом исследовательского проекта. Проведены анализы охватывающие:

- исследование переменных остатков;
- вычисление отклонения составляющей остатков;
- коэффициента детерминации;

Принята линейная модель регрессии с одной переменной независимой в виде (для энергии E)

$$E_i = \alpha + \beta Pw_i + \varepsilon_i \quad i=1,2,\dots,n \quad (1)$$

где E_i – переменная зависимая – нарастающая сейсмическая энергия, α – свободный член, β – коэффициент регрессии, Pw_i – переменная независимая – нарастающая сумма приростов полей поверхности сечения зарегистрированных в очередных время – периодах циклов нивелированных измерений, n – число наблюдений, ε_i – случайная переменная, определяемая как случайная составляющая выясняющая разброс значения E_i вокруг ожидаемого значения с нормальным распределением.

Уравнение регрессии решается при предположениях:

– дисперсия переменной случайной D^2 принимает постоянное значение σ^2 :

$$D^2(\varepsilon_i) = \sigma^2 ;$$

– случайные составляющие без корреляции:

$$\text{cov}(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0 \quad \text{для } i \neq j$$

Эстимации параметров проведены методом наименьших квадратов.

– проведено тест гипотеза, который принимает значение ноль для отдельных коэффициентов регрессии;

– вычислено границу предела доверия для отдельных коэффициентов регрессии, их стандартные отклонения.

В разделе презентуются, определенные с использованием моделей, функциональные независимости индуцированной сейсмичности веденной в районе исследований по отношению к распределению измеренных оседаний земной поверхности, описанных поверхностью поперечного сечения P_w мульды оседания. Вдоль наблюдательной линии 1 внедренной в районе исследований. Результаты представлены, в основном, в виде формул и графически в виде диаграмм с разработанными линиями регрессии и обозначенными пределами доверия для линии регрессии и областью доверия для прогноза. Задано уровень доверия 95 %. Анализ охватывал период эксплуатации, характеризующийся выступлением средней и большой сейсмической активности.

3.1. Характеристика района исследований

Исследования деформации земной поверхности были проведены в районе эксплуатации проведенной каменноугольной шахтой „Халемба” лавой 6 в пласте 415/1 на средней глубине 600 м. Пласт относится к группе рудских слоев. В районе эксплуатации падает в южном направлении под углом 7°. В почве пласта залегают: аргиллит мощностью 4,6 м, 8 м слой мелко- и среднезернистого песчаника, 2,3 м слой аргиллита. В кровле залегают: песчаник мощностью 31,8 м, глинистый сланец мощностью 2,4 м. В прошлом в этом районе была ведена эксплуатация пластов: 402, 403/1, 404/2, 405, 407/2, 409, 410, 411,

413/1, 413/2, 414/2, 502, 504, 506, 507, 510.

Очистные работы в области предметной лавы были продолжением эксплуатации веденной в этой партии. Длина лавы составила 285 м, а протяженность поля по простиранию 1070 м. Выёмку ведено разработкой лав с обрушением кровли на высоту до 3,5 м. Из-за пожароопасности применено периодическое дополнительное уплотнение старых выработок, разработанных обрушением при помощи пыли продуктов возгона или песком. Пласт в этом районе относится к III степени удароопасности.

Эксплуатацию в поле лавы начато в декабре 2004 года. Разработку лавы закончено в ноябре 2006 года. Среднее суточное подвигание эксплуатационного фронта менялось по июль 2005 г. составило около 2,07 м.

Наблюдательная сеть, внедренная для выполнения исследований деформации, состояла из системы двух перпендикулярных наблюдательных линий и рассеянных пунктов. В данной работе анализу подвержены результаты наблюдений выполняемых на измерительной линии 1, проходящей параллельно подвигающемуся фронту лавы. Эта линия состояла из 36 наблюдательных пунктов. Вертикальная съёмка сделана методом прецизионного нивелирования с использованием кодовых нивелировщиков с применением инварной рейки, ссылаясь на государственные реперы. Выполнено 101 цикл нивелированных измерений. В анализах, представленных в работе, использовалось 35 циклов. Периодически выполнялись также линейноугловые измерения пунктов наблюдательной сети и пунктов привязки ситуационной государственной основы. Исходя из представленных результатов наблюдений вычислен показатель P_w . На рис. 2 представ-

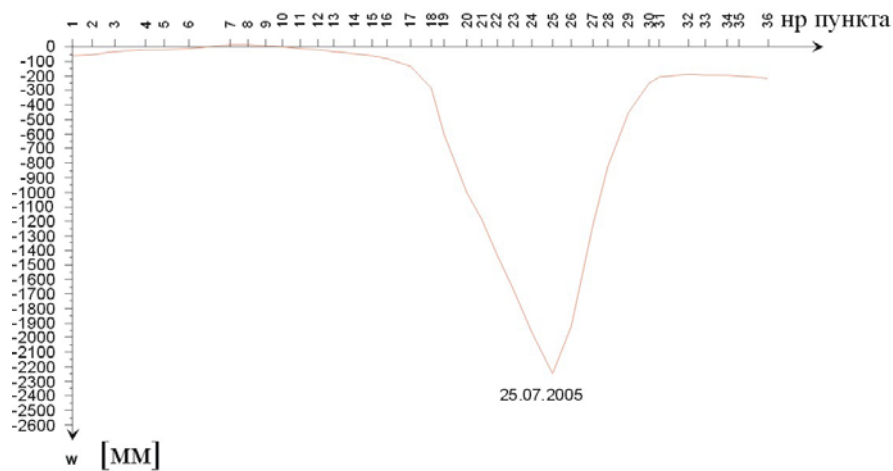


Рис. 3. Диаграмма измеренных оседаний w на наблюдательной линии в период до 25.07.2005

ны контуры эксплуатации веденной в районе в период исследований и абрис наблюдательной сети в пределе используемом в анализах представленных в статье.

Проверку принятых моделей регрессии выполнено для периода ведения выёмки с декабря 2004 по 25.07.2005 года. В этот период установлено максимальное оседание w на пункте 25-2206 мм. Лава в это время достигла 425 м протяженности поля по простирацию.

На рис. 3 представлено диаграмму измеренных оседаний w пунктов наблюдательной линии 1 в периодах с начала эксплуатации до 25.07.2005 г.

Сейсмическая активность индуцированная веденными работами первоначально была средняя и большая.

С августа 2005 года по август 2006 года стабилизировалась, как слабая. В конечный период подвигания лавы вновь отмечен рост активности. В период с декабря 2004 по ноябрь 2006 г. в предметной партии зарегистрировано 339 толчков энергией порядка 10^3 до 10^6 [J]. Максимальная энергия толчка сотрясения составила 3×10^6 [J]. В период, подвергаемый анализу, зарегистрировано 228 толчков из чего 216 индуцировали работы в поле наблюдаемой лавы. Контуры эксплуатации с нанесенными очагами зарегистрированных толчков индуцированных веденной эксплуатацией представлены на рис. 4. В табл. 1 представлено зарегистрированное суммарное число и энергию толчков.

Таблица 1

Составление числа и энергии зарегистрированных толчков индуцированных веденной эксплуатацией до дня 25.07.2005 года

Энергия	Число толчков	Суммарная энергия [J]
10^3 [J]	50	$2,57 \times 10^5$
10^4 [J]	161	$5,38 \times 10^6$
10^5 [J]	5	$2,4 \times 10^6$
сумма	216	$8,037 \times 10^6$

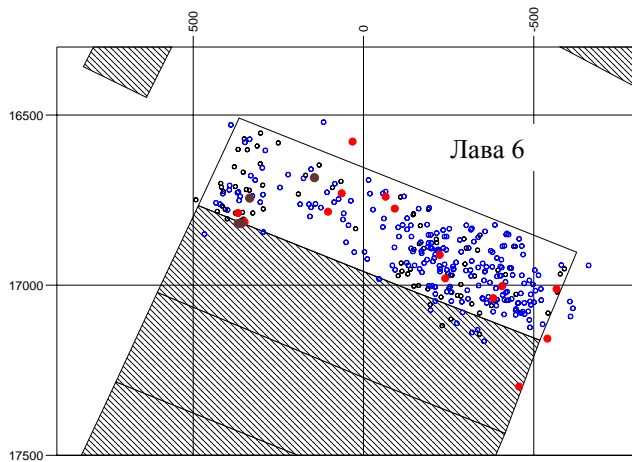


Рис. 4. Контуры эксплуатации с нанесенными очагами зарегистрированных толчков индуцированных очистными работами в поле лавы 6

Распределение плотности энергии толчков зарегистрированных в период с 21.12.2004 по 25.07.2007 г. представлено на рис. 5.

3.2. Использование моделей регрессии для описания регистрируемой сейсмической активности в районе исследований

Исходя из данных о зарегистрированной сейсмической активности и данных, касающихся измерений деформации земной поверхности в виде вычисленного поля поверхности сечения мульды оседания вдоль наблюдательной линии проходящей параллельно подвигающему фронту лавы, проведено эстимацию параметров принятых моделей регрессии.

в виде (5):

$$E = 401321 + 11664,2 P_w R = 0,9885 (p < 0,05) \quad (5)$$

где E - нарастающая суммарная сейсмическая энергия [J], P_w - нарастающая сумма приростов полей поверхности сечения мульды оседания [m²].

Для фиксированной регрессивной зависимости на уровне существенности $p < 0,05$, можно утверждать, что коэффициент корреляции и коэффициент регрессии существенно различны, чем ноль и подразумевается, что переменная P_w имеет существенное влияние на E . Значение коэффициента детерминации E составляет 0,9772. Уравнение регрессии выявляет тем самым больше чем 97 % переменности нарастающей суммарной энергии толчков (табл. 2, рис. 6). Стандартное отклонение остатков составляет 415029. Анализ переменных остатков в функции время - рис. 7, подобранных значений - рис. 8, и

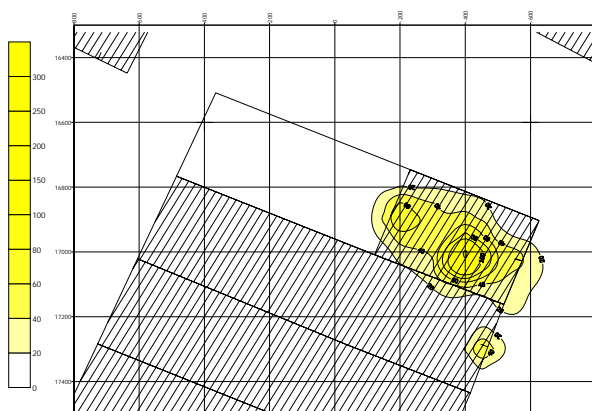


Рис. 5. Распределение плотности энергии толчков [J/m²] в период с 21.12.2004 г. по 25.07.2005 г.

Таблица 2

Результаты эstimации параметров модели E, P_w

Параметры	Отыскиваемые оценки параметров	Стандартная ошибка оценок параметров	Уровень существенности*
Свободный член a	401321,0	146488,0	0,01
Коэффициент регрессии b	11664,2	314,965	0,01

*Тестировано гипотез принимающий, что данный коэффициент регрессии равен 0.

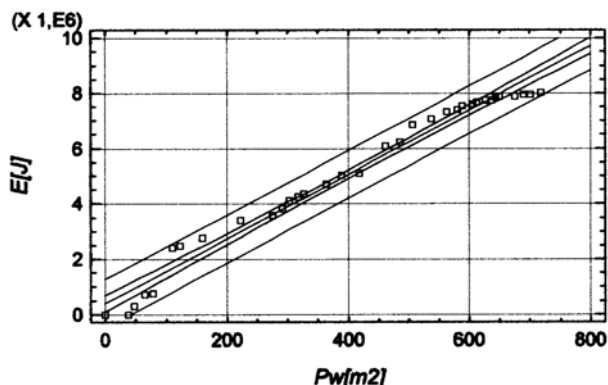


Рис. 6. Нарастающая суммарная сейсмическая энергия E индуцированная в период с 21. 12. 2004 г. в функции нарастающей суммы приростов полей поверхности сечения мульды оседания P_w -прямая регрессии, кривые доверия

переменной остатка в функции переменной независимой – рис. 9 не внес возражений по отношению к адекватности принятой модели. Дополнительно пункты диаграммы рис. 10 лежат близко прямой уравнения.

■ Анализ зависимости между переменными P_w и N обнаружил в результате проведенной эstimации параметров (3-4) между переменными функциональной зависимости в виде

$$N = 2,80916 + 0,309925 P_w$$

$$R = 0,9953 \quad (p < 0,05) \quad (6)$$

где N - нарастающее суммарное число толчков, P_w - нарастающая сумма приростов полей поверхности сечения мульды оседания [m^2].

Для определенной регрессивной независимости значение коэффициента детерминации R^2 составляет 0,9905, что обозначает, что уравнение регрессии выясняет больше, чем 99 % переменности нарастающего суммарного числа толчков. Коэффициент b регрессии существенно отличается от нуля на уровне существенности $p \geq 0,05$ (табл. 3, рис. 11). Стандартное отклонение остатков 7,0587.

Таблица 3

Результаты эstimации параметров модели N, P_w

Параметры	Отыскиваемые оценки параметров	Стандартная ошибка оценок параметров	Уровень существенности*
Свободный член a	2,80916	2,49143	0,27
Коэффициент регрессии b	0,309925	0,00535683	0,01

*подвержено тестированию гипотез принимающий, что данный коэффициент регрессии равен нулю

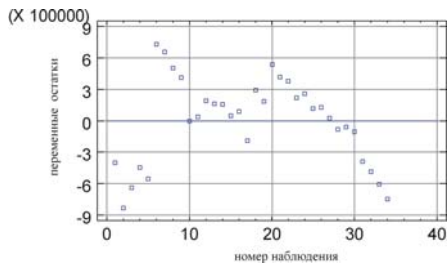


Рис. 7. Диаграмма переменных остатков в функции времени – показатель активности суммарная сейсмическая энергия

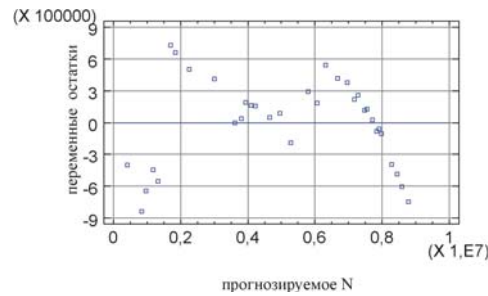


Рис. 8. Диаграмма переменных остатков в функции подобранных значений – показатель активности суммарная сейсмическая энергия

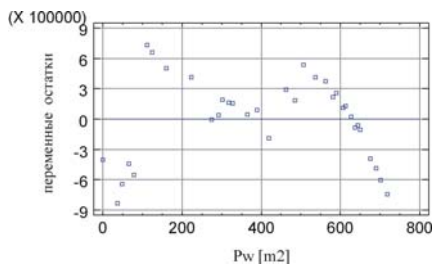


Рис. 9. Диаграмма переменной остатка в функции переменной независимой – показатель активности – суммарная сейсмическая энергия

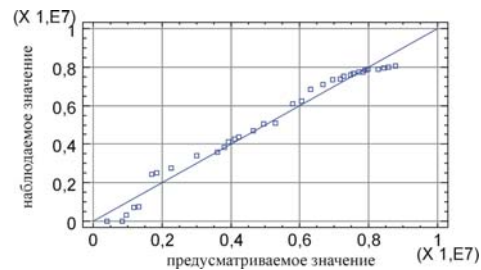


Рис. 10. Диаграмма предусматриваемых значений E-наблюдаемых E

Анализ переменных остатков в функции времени - рис. 12, подобранных значений – рис. 13, пере-

менной остатка в функции переменной независимой - рис. 14 не внесли возражений касающихся адекватности принятой модели. Дополнительное подтверждение правильности корректности принятой модели презен-

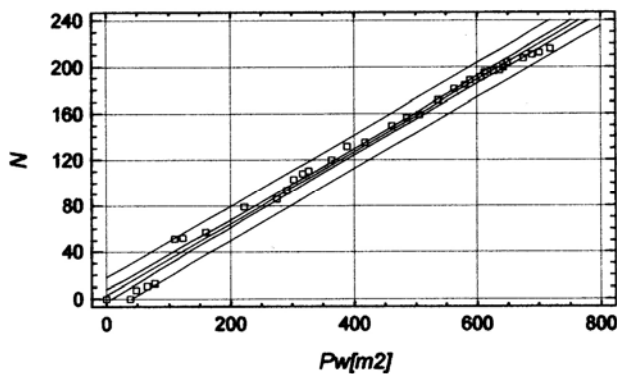


Рис. 11. Нарастающее суммарное число толчков N в период с 21.12.2004 г. по 25.07.2005 г.. в функции нарастающей суммы приростов полей поверхности сечения мульд оседания P_w -прямая регрессии, кривые доверия

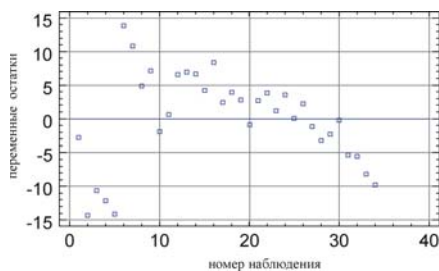


Рис. 12. Диаграмма переменных остатков в функции время-показатель активности - суммарное число толчков

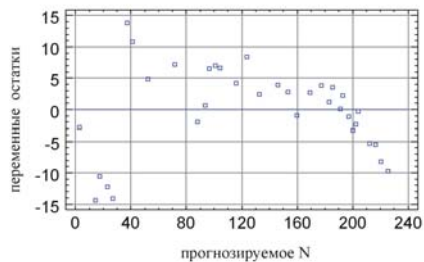


Рис. 13. Диаграмма переменных остатков в функции подобранных значений - показатель активности - суммарное число толчков

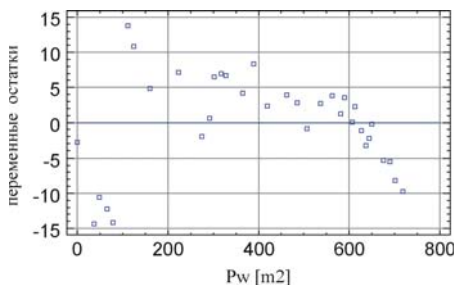


Рис. 14. Диаграмма переменной остатка в функции переменной независимой - показатель активности - суммарное число толчков

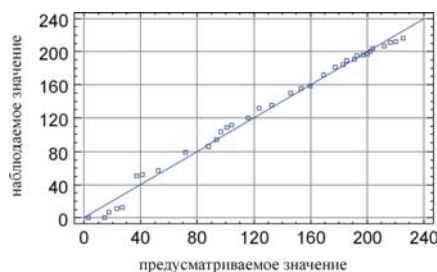


Рис. 15. Диаграмма предусматриваемых N- наблюдаемых N

тируется в виде диаграммы – рис. 15, где пункты диаграммы лежат близко прямой уравнения N прогнозируемые = N наблюдаемые.

4. Итоги

В статье представлены модели зависимости сейсмичности индуцированной веденной эксплуатацией и величины измеренных деформаций земной поверхности. В принятых моделях показателями сейсмической активности принято считать нарастающую суммарную энергию толчков индуцированных выёмкой и растущим числом толчков.

Принято предположение существования зависимости между объёмом образующейся на поверхности мульды

оседания, а наблюдаемой сейсмичностью горного массива. На этой основе показателем деформации земной поверхности принято поперечное сечение мульды оседания вдоль наблюдательной линии, проходящей по направлению подвигающегося фронта лавы. Модели зависимости определено с использованием методов статистического анализа.

Принятые модели подвержено проверке для области веденных исследований земной деформации поверхности. Использовано их для описания сейсмической активности горного массива в районе исследований.

Полученные путём эстимации параметры моделей позволили определить статистически существенные линейные функциональные связи.

Зависимости определенные для нарастающих величин суммарной сейсмической индуцированной энергии E (числа толчков - M) и значения нарастающей суммы полей поверхности

поперечного сечения мульды оседания P_w . Определённые зависимости выясняют свыше чем 97 % переменности нарастающих величин индуцированной сейсмичности.

Предлагаемые в статье модели можно использовать для разработки метода прогноза сейсмической опасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bańka P., Jaworski A.: Wpływ deformacji górotworu na maksymalne energie zjawisk sejsmicznych indukowanych eksploatacją górnictwem. ZN Pol. Śl. s. Górnictwo z.239. Gliwice 1999.
2. Bańka P.: Metoda prognozowania czasowych zmian aktywności sejsmicznej w oparciu o deformacje górotworu wywołane eksploatacją górnictwem. Praca doktorska. Gliwice 2006.
3. Bańka P.: Wpływ deformacji górotworu na czasowe zmiany aktywności sejsmicznej. ZN Pol. Śl. s. Górnictwo z. 232. Gliwice 1996.
4. Białek J., Bańka P., Jaworski A.: Wykorzystanie analitycznych prognoz naprężeniowo – deformacyjnych warunków wybierania do projektowania eksploatacji w rejonach zagrożonych tąpnięciami. Prace GIG, s. Konferencje nr 26. Katowice 1998.
5. Białek J., Sokoła-Szewiła V., Opałka K.: Kształtowanie się obniżen punktów powierzchni terenu a rejestrowana aktywność sejsmiczna górotworu. Konferencja Ochrona Środowiska na terenach Górniczych. Szczyrk 31 V- 2 VI. 2006.
6. Białek J., Sokoła-Szewiła V., Opałka K.: Prędkość obniżen punktów powierzchni terenu a aktywność sejsmiczna górotworu. ZN. Pol.Śl. s. Górnictwo Nr 1752 z. 278. Politechnika Śląska. Gliwice 2007.
7. Białek J., Sokoła-Szewiła V., Opałka K.: Subsidence of land area points in relation to recorded rock mass seismic activity. 6 RWTH Aachen. 9-11.11.2006. Aachen. Str.509-518]. Aachen 2006.
8. Białek J., Drzęzła B., Jaworski A.: Próba ustalenia zależności funkcyjnych pomiędzy przebiegiem deformacji górotworu w czasie a energią sejsmiczną dla warunków KWK Rydułtowy. Publ.Inst. Geophys. Pol. Acad. Sc.M-16 (245). Warszawa 1992.
9. Białek J., Jaworski A.: Sposób wyznaczania stref zagrożonych wzmożoną aktywnością sejsmiczną na podstawie prognozowanych rozkładów wskaźników deformacji górotworu. Materiały seminarium : Ocena stanu zagrożenia tąpnięciami w kopalniach KGW i środki ich minimalizacji. ST KG PAN o.Katowice, KGW, GIG. Jaworzno 1989.
10. Białek J., Jaworski A.: Próba oceny aktywności sejsmicznej na podstawie prognozowanych stanów deformacyjnych górotworu. ZN AGH, s.Górnictwo z.142. Kraków 1989.
11. Descour J.: Aktywność sejsmiczna i osiadanie powierzchni a mechanizm tąpnięć. Cuprum nr 2. 1979.
12. Draper N.R., Smith H.: Analiza regresji stosowana. PWN, Warszawa 1973.
13. Drzęzła B., Białek J., Jaworski A., Bańka P., Kołodziejczyk P.: Badanie związków sejsmiczności indukowanej eksploatacją górnictwem z parametrami opisującymi deformacje ośrodka skalnego. Sprawozdanie końcowe z realizacji projektu badawczego KBN nr 903759101. Gliwice 1994, praca niepublikowana.
14. Głowacka E.: Ocena zagrożenia sejsmicznego górotworu z uwzględnieniem

przebiegu eksploatacji. Praca doktorska. Warszawa 1991.

15. Goszcz A.: Wpływ gradientu prędkości obniżania się powierzchni pod wpływem robót górniczych na stan zagrożenia wstrząsami górniczymi. ZN AGH s.Górnictwo z.141. Kraków 1988.

16. Jarmużek J., Siewierski S, Wilczyński W.: Wpływ powierzchni wybranego złoża oraz deformacji terenu na aktywność sejsmiczną górotworu na przykładzie ZG Rudna. ZN AGH s.Górnictwo z.129. Kraków 1987.

17. Jaworski A.: Związek pomiędzy deformacją górotworu, a wydatkiem energetycznym wstrząsów z rejonu kopalń Bobrek i Miechowice. ZN Pol. Śl. s. Górnictwo, z. 225. Gliwice 1995.

18. Kijko A.: Theoretical model for relationship between minning seismicity and excaviation area. Acta geoph. Pol. Vol.33. 1985.

19. Wanior J.: Metoda prognozowania wstrząsów i tąpnięć w oparciu o wyniki pomiarów geodezyjnych. PTPNOZ. Częstocho-wa 1982. **ГИАБ**

Коротко об авторе

Виолетта Сокола-Шевёла – кандидат технических наук, инженер, Силезий политехнический институт Гливице, Польша.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 1 симпозиума «Неделя горняка-2008». Рецензент д-р техн. наук, проф. *А.М. Гальперин*



ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»			
ФОМИН Анатолий Иосифович	Методологические принципы управления риском профессиональных заболеваний на угольных шахтах Кемеровской области	05.26.01	д.т.н.