

ИЗУЧАВАНЕ ХАРАКТЕРА НА ДВИЖЕНИЕ НА ТОЧКИ ОТ СЕВЕРНИЯ НЕРАБОТЕН БОРД НА РУДНИК "ТРОЯНОВО-СЕВЕР" ПО ДАННИ ОТ МАРКШАЙДЕРСКИ НАБЛЮДЕНИЯ

Александър Цонков¹, Георги Колев²

¹ Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София, altzon@abv.bg

² Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София, varka@abv.bg

РЕЗЮМЕ: В доклада се изследва възможността за използване на теорията на временните редове за описание и прогнозиране на процеса на движение на репери от наблюдателните линии от северния неработен борд на рудник "Трояново-Север".

В резултат на проучването се доказва, че вертикалните премествания на различните точки, наблюдавани в продължение на много години, се описват най-добре с един и същ вид функция – кубичната. Извършено е прогнозиране на деформационния процес за някои от наблюдаваните репери, а регулярните маркшейдерски измервания потвърждават, при доверителен интервал 95%, съвпадение на прогнозата. Направени са изводи и относно възможността за получаване на количествени оценки за влияещите върху процеса на движение природни и минотехнически фактори.

MOVEMENT NATURE EXAMINATION OF POINTS FROM NORTH NON-WORKING BORD OF OPEN PIT MINE "TROYANOV-NORTH" BY MINE SURVEY OBSERVATION DATA

Alexander Tzonkov¹, Georgi Kolev²

¹ University of mining and geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, altzon@abv.bg

² University of mining and geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, varka@abv.bg

ABSTRACT: The present report examining the opportunity of using time series for describing and prognostication movement process of observation lines reference marks from north non-working bord of open pit mine "Trojanovo-North".

The results give a proof that vertical movement of different points, observed many years, is best described by cubic function. A prediction of deformation processes for some reference marks is made and it is proof by regular mine survey observation with 95% confidence probability. Conclusions about opportunity for calculation of natural and technical factors, that have influence over movement process, are made.

Фактори влияещи върху устойчивостта на откосите

Устойчивостта на откосите се понижава при намаляване на якостните характеристики на скалите, при увеличаване височината или ъгъла на откоса, при повишаване нивото на подземните води, а така също при увеличаване допълнителното натоварване на откоса. Появата на деформации в откосите нарушава нормалната работа в рудника и води до големи разходи на средства и време за разчистване на обрушените или свлечени скали и за намаляване ъгъла на наклона на бордовете (Христов, 2000).

Условията и факторите, влияещи върху устойчивостта на откосите, могат да се разглеждат като природни и технологични.

Природните фактори се разделят на три подгрупи : инженерно-геоложки (физикомеханични свойства на скалите, напуканост на масива, процеси на изветряване и набъбване, напуканост и тектонски нарушения), хидрогеоложки (влияние на подземните води; възникване на хидродинамичен натиск, натиск в порите и суфозия на скалите и т.н.; увеличаване на обемното тегло на скалите вследствие овлажняване под нивото на подземните води,

поява на свлачищни сили и намаляване степента на устойчивост на откоса) и климатични (количество атмосферни валежи, температура на въздуха в района, изпаряемост, релеф, вятър, залесеност и т.н.).

Технологичните фактори включват начина на разкриване, системата на разработване, направлението и реда на минните работи, интензивността на разработване на рудничното поле, размерите и формата на рудника в план, профила на бордовете, начина на водене на пробивно-взривните работи, височината на стъпалата в рудника, дълбочината на рудника, вида на минно-транспортните средства, условията на формиране на свойствата на насипа в насипищата, схемата на насипообразуването, системата и границите на отводняване и т.н.

Свлачищни явления в рудник „Трояново – север“

Съгласно методическото ръководство на рудниците от Източномаришкия басейн свлачищните явления в рудник „Трояново-север“ са склонови, възникнали в процеса на естественото историческо развитие на релефа и откосни, предизвикани от изкопно-насипните работи при изграждането на различни инженерни съоръжения или при строителството и експлоатацията на рудника.

По-големите свлачища в рудник „Трояново–север“ са били през 1966 г., 1967 г., 1968 г. и 1970 г. на работния борд и през 1987 г. на неработния борд.

За безопасната експлоатация на рудника е необходимо да се извършват наблюдения в участъците, в които се очаква развитие на свлачищни процеси. Целта на тези наблюдения е да се следи поведението на земните маси и чрез анализ да се прогнозира мястото, размерите и времето на появяване на свлачища, за да може да се вземат навременни мерки за предотвратяването им.

По препоръки на “Минпроект” ЕАД се извършват ежемесечни прецизни маркшайдерски измервания с цел определяне само на вертикалните премествания на реперите от стабилизирани наблюдателни линии. Като опасна стойност е определена скорост на слягане 2мм/мес. Резултатите от измерванията се обработват със специализиран софтуер и се представят в табличен вид.

Общо за теорията на временните редове

Динамичният анализ представлява едно от основните направления на статистическия анализ, при който се характеризира повторемостта, изменението на масовите явления във времето. Статистическите величини, които характеризират процеса на изменение на изследваното масово явление като поредица от състояния от последователни точки във времето (моменти или периоди), формират т.нар. динамични статистически редове от данни. Индикаторът за време може да означава различни мерки – часове, дни, седмици, месеци, тримесечия, години и др. Измененията в изследваните процеси, които описват динамичните статистически редове, имат разнообразен характер. Това се дължи на разнообразието на факторите, които определят характера и посоката на тези изменения в различни моменти и подпериоди на изследвания период (Манов, 2001).

Теоретично, анализът се разделя на три етапа:

- Описание на изследвания процес.
- Количествено определяне на влиянието на външни фактори.
- Прогнозиране на вече анализирания процес.

В основата на разграничаването на различните компоненти е същността и разликата между изменения и развития въобще, като атрибути на времето.

Компонентите могат да се дефинират по следния начин:

- Трендът (Т) характеризира насоченото, закономерното и нециклично развитие на изследвания процес, което е резултат от действието на устойчиви, закономерни фактори през изследвания период. Трендът може да има различна посока и форма.
- Цикличните колебания (С) са регулярно повтарящи се отклонения в развитието на изследвания процес с

определена периодичност и амплитуда за периоди, по-големи от една година.

- Сезонните колебания (S) представляват регулярно повтарящи се отклонения в развитието на изследвания процес с определена периодичност и амплитуда за периоди по-малки от една година. Както сезонните, така и цикличните колебания са породени от закономерно действащи фактори и характеризират развитие. Поради тази причина тези компоненти основателно понякога се наричат цикличен (сезонен и несезонен) тренд.

- Случайните колебания (I) представляват разнопосочни отклонения, които характеризират изменението на изследвания процес в резултат на случайни и разнопосочно действащи фактори.

Всеки динамичен ред представлява повече или по-малко сложна комбинация от случайния компонент и останалите компоненти. Най-често динамичните редове се представят в мултипликативна форма, като произведение от съставлящите го компоненти:

$$Y = TCSI \quad (1)$$

Мултипликативният модел на динамичните редове обикновено се приема като достатъчно подходяща основа за описание и обяснение на процесите в социално-икономическата област. В по-редки случаи се прилага адитивния модел на динамичните редове, при който отделните компоненти са свързани чрез сумиране:

$$Y = T + C + S + I \quad (2)$$

Една от основните типологизации на динамичните статистически редове е по отношение на липсата или наличието на развитие в процеса. В това отношение те се делят на две големи групи – стационарни и нестационарни. Най-общо може да се каже, че динамичният статистически ред е стационарен, когато характеризира изменението на случаен процес, в който няма развитие. Елементите на този ред се формират от една постоянна величина и една променлива величина, за която се предполага, че има случаен характер. Нестационарните динамични редове характеризират процеси, в които има развитие (закономерен компонент, тренд). Елементите им се формират като функция на времето и отклонения, които се приемат за случайни.

Автокорелационна и частна автокорелационна функция

В повечето случаи състоянието на изследвания процес в определена точка във времето зависи от неговото състояние в предходни моменти. Това означава, че елементите на динамичния статистически ред, които отразяват изменението на процеса са зависими помежду си. Автокорелацията представлява вътрешна взаимозависимост между елементите на динамичния ред. За измерването ѝ се формират т.нар. лагови променливи величини. Те се получават чрез „изместване“ на динамичния ред с определен брой елементи. Като се има предвид лаговите променливи величини при различен лаг,

за измерване на автокорелацията се използват т.нар. коефициенти на автокорелация:

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Y_t - \bar{Y})(Y_{t+k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2}, k = 1, \dots, n-1, \quad (3)$$

където \bar{Y} е средната хронологична величина, а k е лагът, който определя порядъка на автокорелационния коефициент. Коефициентите на автокорелация заемат стойности в интервала от -1 до 1. За конкретен динамичен ред при различни значения на лага се получават различни коефициенти на автокорелация, които формират т.нар. автокорелационна функция. При нестационарните редове тази функция е затихваща, т.е. с увеличаването на лага, автокорелационните коефициенти се стремят към 0. Това свойство на автокорелационната функция се определя от обстоятелството, че състоянието на емпиричните процеси в дадена точка във времето зависи в по-голяма степен от по-близкото минало и в по-малка степен от по-далечното минало (Манов, 2001). Също така при различните типове нестационарни редове се получават различни по форма автокорелационни функции. Ако динамичният ред е дълг и с ясно изразен устойчив тренд, автокорелационните коефициенти могат да се окажат статистически значими до сравнително големи значения на лага. Ако динамичният ред съдържа сезонни колебания, автокорелационната функция също има сезонно поведение. За проверка на статистическата значимост на автокорелационните коефициенти може да се използва тестът на Бокс-Люнг (Box-Ljung). Най-общо, нулевата хипотеза гласи, че коефициентът на автокорелация от k -ти порядък е статистически значим. Емпиричната характеристика се получава по формулата :

$$Q_k = n(n+2) \sum_{c=1}^k \frac{r_c^2}{n-c} \quad (4)$$

При достатъчно голям брой елементи в динамичния ред теоретичната характеристика се намира по таблиците за χ^2 разпределението. Освен коефициентите на автокорелация, в динамичния статистически анализ намират приложение и т.нар. частни коефициенти на автокорелация (r_{pk}). Те измерват вътрешната взаимозависимост между елементите в динамичния ред, като се елиминира влиянието на междинните елементи. Частният коефициент на автокорелация от първи порядък съвпада с обикновения коефициент на автокорелация от първи порядък. Коефициентът от втори порядък измерва връзката между Y_t и Y_{t-2} , като се елиминира влиянието на Y_{t-1} . В общия случай частният коефициент на корелация от k -ти порядък се получава по формулата:

$$r_{pk} = \left(r_k - \sum_{j=1}^{k-1} r_{p_{k-1, j} k-j} \right) / \left(1 - \sum_{j=1}^{k-1} r_{p_{k-1, j} j} \right), k=3, \dots \quad (5)$$

Автокорелационната функция и частната автокорелационна функция могат да се използват самостоятелно за формиране на изводи и заключения относно взаимозависимостите в динамичния ред (Манов, 2001).

Анализ на тренда

В повечето случаи при анализ на тренда, основната цел на изследвателя е подчинена на стремежа да се получи практически полезна информация за закономерните фактори, които определят изменението на изследвания процес, за силата и начина по който действат и тяхната устойчивост във времето.

Трендовите модели представляват функции на времето, при които зависимата променлива се формира от елементите на изследвания динамичен ред. Те могат да бъдат линейни или нелинейни. От формално-алгоритмична гледна точка трендовите модели съответстват на регресионните модели при регресионния анализ. Трябва да се има предвид, че между тях има съществени различия по отношение на практическата им интерпретация (Манов, 2001).

Линейният трендов модел може да се опише с формулата:

$$Y_t = b_0 + b_1 t + e_t \quad (6)$$

Както при линейния регресионен модел, така и тук, свободният член на трендовия модел b_0 представлява ординатата на точката, в която правата пресича ординатната ос. Коефициентът b_1 измерва средния прираст на изследвания процес (средното абсолютно изменение за единица време). Този коефициент определя наклона на правата спрямо абсцисната ос. При силно проявление на тренда в динамичния ред, наклонът на правата е относително голям и коефициентът b_1 има висока стойност. При липса на тренд правата ще бъде успоредна на абсцисната ос и коефициентът b_1 ще има нулева стойност. При намаляващ тренд коефициентът b_1 ще има отрицателна стойност.

Когато трендът в изследвания динамичен ред има нелинейна форма, линейният трендов модел не е подходящ за неговото моделиране. Всички нелинейни модели могат да бъдат използвани за моделиране на тренда в динамичните редове след като бъдат представени като функции на времето:

- Квадратичен модел:

$$\hat{Y}_i = b_0 + b_1 t_i + b_2 t_i^2 \quad (7);$$

- Кубичен модел :

$$\hat{Y}_i = b_0 + b_1 t_i + b_2 t_i^2 + b_3 t_i^3 \quad (8);$$

- Логаритмичен модел

$$\hat{Y}_i = b_0 + b_1 \ln t_i \quad (9);$$

- Мултипликативен модел :

$$\hat{Y}_i = b_0 t^{b_1} \quad (10);$$

- Модел на нарастването:

$$\hat{Y}_t = \exp(b_0 + b_1 t) \quad (11);$$

- Експоненциален модел:

$$\hat{Y}_t = b_0 e^{b_1 t} \quad (12);$$

- S-крива:

$$\hat{Y}_t = \exp\left(b_0 + \frac{b_1}{t}\right) = e^{(b_0 + b_1/t)} \quad (13);$$

- Степенен модел:

$$\hat{Y}_t = b_0 b_1^t \quad (14);$$

- Инверсен модел:

$$\hat{Y}_t = b_0 + \frac{b_1}{t} \quad (15);$$

- Логистичен модел:

$$\hat{Y}_t = \frac{1}{\frac{1}{u} + b_0 b_1^t} \quad (16)$$

Избор на най-адекватен модел

Изборът може да протече през следните етапи:

1. Проучване на динамичния ред и определяне формата на тренда. На този етап изследователят трябва да получи най-обща ориентация за моделите, които могат да се експериментират при моделирането на тренда.
2. Формиране на набор с конкуриращи се трендови модели, които съответстват приблизително на формата на тренда.
3. Извършва се оценка на адекватността на конкуриращите се модели с помощта на F-критерия. Ако моделът се окаже адекватен, той остава в списъка, в противен случай се изключва от анализа.
4. Сравняват се коефициентите на детерминация за оценка на степента на адекватност на конкуриращите се модели. За най-адекватен модел се определя този, който има най-голям коефициент на детерминация.

Посочените етапи и критерии за избор на най-адекватен трендов модел не могат да се разглеждат като задължителни, особено когато моделът се използва за прогностични цели. В този случай е възможно да се получат по-точни прогнози при модел, който не отговаря на критерия за максимален коефициент на детерминация. За да се получат достатъчно точни и практически полезни прогнози, е необходимо да се използват и други критерии, свързани с очакваното бъдещо поведение на изследвания процес (Манов, 2001).

За прогнозирането с трендов модел е нужно да се определи периода на прогнозиране, съвместно с доверителния интервал. Бъдещите проявления на изследвания процес ще се проявяват в границите на доверителния интервал, като няма да са точните

показания на изглаждащата функция на трендовия модел.

Анализ на сезонните колебания

Както бе посочено по-горе сезонните колебания са регулярно повтарящи се отклонения в развитието на изследвания процес с определена периодичност и амплитуда за периоди, които са по-малки от една година. Тези колебания са предизвикани от систематично и трайно действащи сезонни фактори. Дължината на периода, за който се проявява една сезонна вълна, формира сезонен цикъл. При означаване на дължината на този период с P, при тримесечни данни един сезонен цикъл е равен на четири тримесечия (P=4), при месечни данни е равен на 12 месеца (P=12).

Основната задача при анализа на сезонните колебания се свежда до декомпозиране на изследвания динамичен ред на съставлящите го компоненти. На тази основа се извещдат обобщаващи измерители за действието на сезонните фактори и за останалите компоненти в реда. Сезонните колебания могат да се проявят в комбинация със случайните или в комбинация с тренд и случайни колебания. Освен това сезонните колебания могат да се проявяват с променяща се във времето амплитуда (мултипликативно) или с постоянна амплитуда (адитивно). За да се извърши сезонната декомпозиция, изследвания динамичен ред трябва да бъде с достатъчна дължина. В статистическата теория това условие е конкретизирано с изискването за най-малко 4 дължини на сезонния цикъл.

Сезонна декомпозиция при мултипликативни сезонни колебания

1. Изчисляване на верижните средни величини, които характеризират тренда в динамичния ред.
2. Изчисляване на индивидуалните сезонни индекси. Тези индекси характеризират относителния дял на промените в изследвания процес в резултат на действието на сезонните и случайните колебания през отделните подпериоди, на които съответстват елементите на динамичните редове. Новополученият ред не съдържа тренд. Индивидуалните сезонни индекси се получават като процентно отношение на фактическите данни към верижните средни величини.

$$SI_{ij} = \frac{Y_{ij}}{\hat{Y}_{ij}} 100 \quad (17)$$

3. Изчисляване на коригираните сезонни индекси. Те представляват усреднени характеристики на проявлението на сезонните фактори през отделните подпериоди на сезонния цикъл.

4. Сезонно коригиран динамичен ред (Seasonally Adjusted Series). Той съдържа „очистени“ от сезонните колебания елементи, които характеризират тренда, цикличните и случайните колебания в изследвания процес.

$$SAS_{ij} = \frac{Y_{ij}}{S_i} 100, i = 1, \dots, p, j = 1, \dots, k. \quad (18)$$

5. Изравнен динамичен ред на тренда и цикличните колебания (Smoothed Trend-Cycle Series). Той съдържа елементи, които характеризират тренда и цикличните колебания в динамичния ред и са „очистени“ от сезонни и случайни колебания. Елементите на изравнения динамичен ред на тренда и цикличните колебания (STC) се получават, като се изравни сезонно коригирания ред с помощта на претеглени верижни средни величини по формулата:

$$STC = \frac{SAS_t + 2SAS_{t-1} + 3SAS_t + 2SAS_{t+1} + SAS_{t+2}}{9}, t=2, \dots, n-2 \quad (19)$$

6. Динамичен ред на случайните колебания (Irregular Component). Елементите на този ред са „очистени“ от всички останали компоненти (тренд, циклични и сезонни колебания) и характеризират действието на случайни фактори в изменението на изследвания процес. Те се получават, като се разделят елементите на сезонно коригирания динамичен ред на елементите на изравнения динамичен ред на тренда и цикличните колебания.

$$I_t = \frac{SAS_t}{STC_t} \quad (20)$$

Сезонна декомпозиция при адитивни сезонни колебания

Сезонната декомпозиция на динамичен ред, в който има адитивни сезонни колебания, се извършва в същата последователност, която се използва при анализа на мултипликативните сезонни колебания.

1. Изчисляване на верижни средни величини.
2. Изчисляване на индивидуални сезонни разлики (Seasonal differences).

$$DI_{ij} = Y_{ij} - \hat{Y}_{ij} \quad (21)$$

За разлика от индивидуалните сезонни индекси, индивидуалните сезонни разлики представляват абсолютни величини.

3. Изчисляване на коригираните сезонни разлики. Тези разлики представляват усреднени характеристики на проявлението на сезонните фактори през отделните подпериоди на сезонния цикъл.
4. Сезонно коригиран динамичен ред. Елементите на този ред при адитивни сезонни колебания се получават по формулата:

$$SAS_{ij} = Y_{ij} - D_i, i = 1, \dots, p, j = 1, \dots, k. \quad (22)$$

5. Изравнен динамичен ред на тренда и цикличните колебания. Елементите на изравнения динамичен ред на тренда и цикличните колебания (STC) се получават, като се изравни сезонно коригирания ред с помощта на претеглени верижни средни величини.

6. Динамичен ред на случайните колебания. Елементите му се получават като разлика между елементите на сезонно коригирания динамичен ред и елементите на изравнения динамичен ред на тренда и цикличните колебания:

$$I_t = SAS_t - STC_t, t = 1, \dots, n. \quad (23)$$

Един от важните практически и методологически проблеми при сезонната декомпозиция е определянето на типа на сезонните колебания. С известни основания се предполага, че ако се приложи мултипликативния метод при адитивен тип сезонни колебания, не се нарушава коректността на анализа, докато при сезонни колебания от мултипликативен тип приложението на адитивния метод може да наруши тази коректност. Ето защо, когато изследователят има съмнения относно типа на сезонните колебания, е по-добре да се използва мултипликативния метод за сезонна декомпозиция (Манов, 2001).

Изучаване характера на движение на северния неработен борд на рудник “Трояново-север” с теорията на временните редове

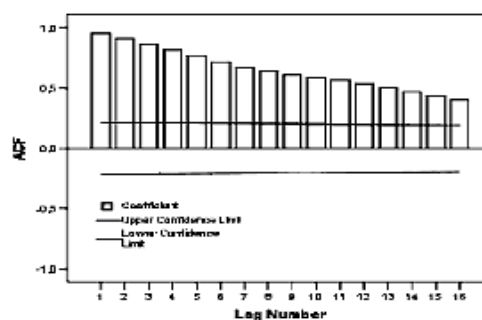
За изучаване на движенията на земните маси от северния неработен борд на рудник “Трояново-север”, с цел вземане на навременни мерки за предотвратяване на свлачища, са стабилизирани наблюдателни линии. Те са разположени перпендикулярно на борда и се състоят от различен брой репери. Извършват се ежемесечни маркшайдерски измервания за определяне на вертикалните премествания.

За нуждите на настоящото изследване са използвани данните за репери, разположени в различни зони на борда и от различни наблюдателни линии. По-долу са показани резултатите от обработването на преместванията на репер № 1541. Аналогични резултати са получени при изследване и на репери № 1314, 1321, 1408, 1414, 1428, 1533. Освен по ситуационно разположение, тези репери са подбрани и поради наличието на резултати от непрекъснати регулярни измервания през целия срок на съществуване на съответната наблюдателна линия.

Изучаване на преместванията на репер № 1541

Автокорелационна функция на вертикалните премествания

Анализът на тази функция показва силна взаимозависимост между елементите в реда. Това, че коефициентите на автокорелация пресичат границата на доверителния интервал до сравнително големи значения на лага, означава че те са статистически значими и редът е с ясно изразен тренд. (Фиг. 1)



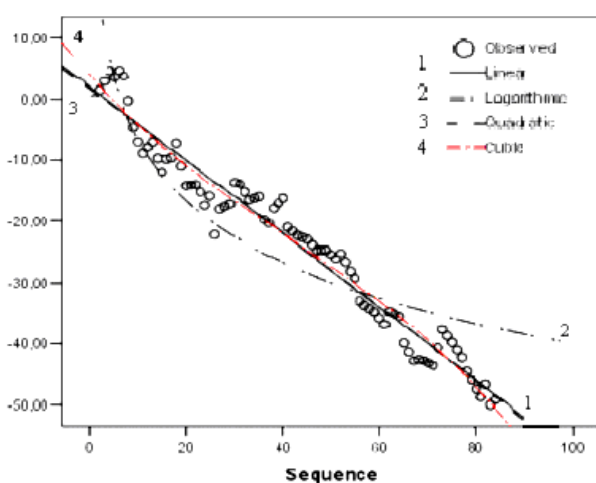
Фиг. 1. Автокорелационна функция за динамичния ред на репер №1541

Анализ на тренда на вертикалните премествания

Експериментирани са едновременно четири трендови модела: линеен, логаритмичен, квадратичен и кубичен. Анализът показва, че и четирите модела отразяват адекватно процеса при критично ниво на значимост $\alpha = 0,05$. Най-висок коефициент на детерминация (в колоната Rsq от табл.1) има кубичният модел, който се приема за най-адекватен модел. (фиг.2.)

Таблица 1

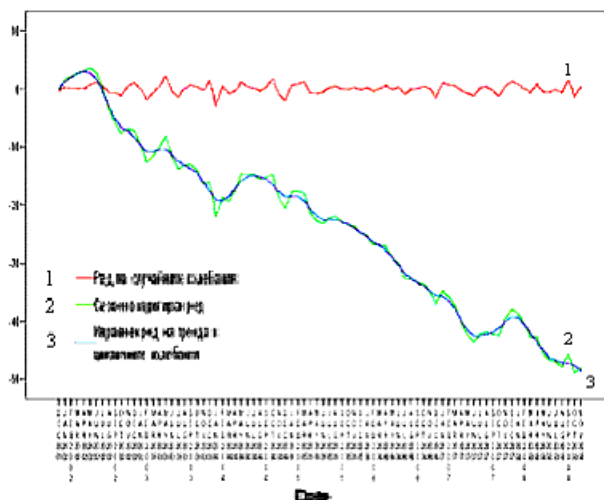
Mod	ModSum R Square	Parameter Estimates			
		Const	b1	b2	b3
Lin	.960	1.938	-.599		
Log	.793	26.562	-14.439		
Qua	.960	1.614	-.576	.000	
Cub	.963	3.805	-.877	.009	-6.89 E-005



Фиг. 2. Експериментирани трендови модели за репер №1541

Сезонна декомпозиция на вертикалните премествания

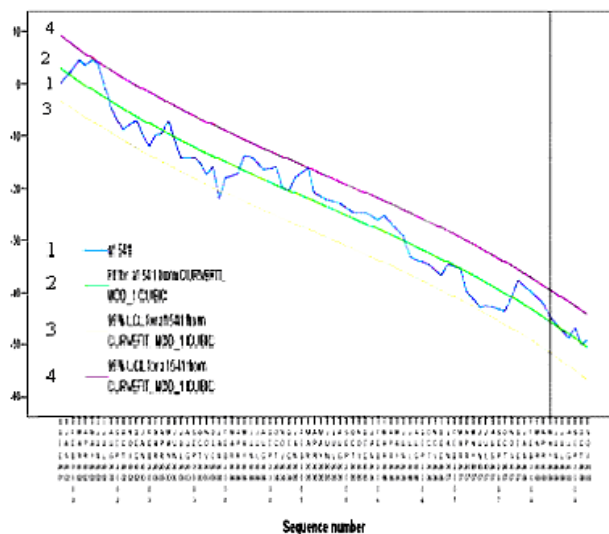
На фиг.3 е показано развитието на изследвания процес, като в средата на периода ясно проличава тенденционното и устремено слягане на репера. В края на периода се забелязват сезонни колебания, изразени с пикове през месеците юни 2007 и юни 2008. Това поведение се обяснява с разположението на репера спрямо неподсипаното пространство. Вертикалните премествания се увеличават по стойност при "заставане" на неподсипаното пространство срещу наблюдателната линия. Тогава, когато подсипването запълни празното пространство под наблюдателната линия, вертикалните премествания чувствително намаляват по стойност. От този момент, при нормални условия, влиянието на тренда на изследвания процес се проявява по-слабо, отколкото сезонните колебания.



Фиг. 3. Сезонна декомпозиция за динамичния ред на репер №1541

Прогнозиране на вертикалните премествания с помощта на тренда на репер № 1541 при известни стойности на изследвания ред за периода май 2008 ноември 2008

На фиг.4 се вижда прогнозната реализация и реално измерените стойности на слягането на репера. При доверителен интервал 95%, се наблюдава пълно съвпадане на „прогнозата“.



Фиг. 4. Прогнозиране с помощта на тренда на репер № 1541

Изводи

1. От направените изследвания се вижда, че методът на временните редове може да се използва успешно за описание и прогнозиране на вертикалните премествания на точки от северния неработен борд на рудник „Трояново-север“;
2. За всички изследвани точки от северния неработен борд (независимо от коя наблюдателна линия и в коя зона на борда се намират) изглаждащата крива, избрана по критериите в методиката на временните редове, е една и съща като вид – кубична;

3. С оглед на получаване на по-достоверна прогноза за бъдещ период на наблюдение, след всяко регулярно геодезическо измерване, е необходимо потвърждение за адекватността на избрания модел по предложената методика (т.е. след всяко измерване да се повтаря процедурата за избор на адекватен модел, което с програмния продукт SPSS се постига лесно и бързо);

4. След подсипване на празното пространство под наблюдателните линии и съответно затихване на процеса на слягане, се наблюдават прояви на сезонност в движенията на наблюдаваните репери;

5. За получаване на количествени оценки, за влияещи върху процеса на движение природни и минотехнически фактори, е необходимо при наблюденията да се измерва температура, влажност, количество валежи, ширина на неподсипано пространство и разположението му спрямо наблюдателната линия и т.н.;

6. За получаване на коректни стойности при изследвания за описание и прогнозиране на поведението на наблюдаваните репери е необходимо маркшайдерските измервания да се извършват през еднакъв период от време;

7. За добиване на пълна представа относно развитието на деформационния процес на северния неработен борд на рудник „Трояново-север“, е необходимо извършването

и на измервания за определяне на хоризонталната съставляща на вектора на преместване на реперите от наблюдателните линии. При съвременното ниво на геодезическата и изчислителната техника и апаратура това не представлява проблем.

Литература

Инструкция за изследване на деформациите на сгради и съоръжения чрез геодезически методи., С., 1980 г.

Маждраков, М., 1983 г., Маркшайдерство. Методика на маркшайдерските работи в откритите рудници., С., ВМГИ.

Манов, А., 2001 г., Статистика със SPSS, С., Тракия – М.

Методическо ръководство за стабилитетни изчисления на работни, подсипвани и неподсипвани неработни бордове и откоси на насипищата на рудниците от Източномаришкия басейн.

Технология за автоматизация на маркшайдерските работи в откритите рудници, Раздел VI.

Автоматизирани изследвания на пространствени деформации, С., 1994г.

Христов, Ст., 2000 г., Устойчивост и отводняване на откосите в откритите рудници и кариери., С., Изд.къща “Св.Ив.Рилски”.

Ценков, Ц., 2004 г., Моделиране на геодинамични Процеси по резултати от геодезически измервания, хабил.труд.

*Препоръчана за публикуване от Катедра
“Маркшайдерство и геодезия”, МТФ*