

УДК 622.837

Хоружая Н. В.,  
Доценко О. Г.  
(ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР,  
natasha.horujaya@gmail.com, dotcenkoo@mail.ru)

## СРАВНЕНИЕ МЕТОДИКИ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ОСЕДАНИЯМИ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ТРАДИЦИОННОЙ И КОРОТКОЙ НАБЛЮДАТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЙ

Приведены результаты технико-экономического сравнения методики наблюдений за оседаниями и деформациями земной поверхности с помощью короткой наблюдательной станции (КНС) и традиционной станции из грунтовых реперов. Сравнение реализовано по пяти позициям: экономическая эффективность, трудоёмкость маркшейдерских работ, универсальность применения, точность замеров и обеспечение сохранности профильных линий на время наблюдений.

**Ключевые слова:** наблюдения, деформации, короткая наблюдательная станция (КНС), технико-экономическое сравнение, метод рейтинговых оценок, капитальные и эксплуатационные расходы.

**Проблема и её связь с научными и практическими задачами.** Изучение процесса сдвижения горного массива и земной поверхности посредством натуральных инструментальных наблюдений проводится с целью предотвращения аварийных ситуаций при разработке месторождений полезных ископаемых, для повышения безопасности и эффективности горных работ, для обеспечения сохранности и нормальной эксплуатации зданий, сооружений и инженерных сетей, попадающих в зону влияния очистных работ.

Традиционно по всей профильной линии будущих наблюдений пробуриваются скважины диаметром 150...170 мм, в которых располагаются реперы, изготовленные из металлических арматурных стержней диаметром  $d \geq 20$  мм, и бетонируются в целях обеспечения неподвижности. Плотность установки реперов и периодичность наблюдений определяется инструкцией по наблюдениям за сдвижением горных пород [1]. Наблюдения выполняются круглый год группой маркшейдеров в составе двух человек и предполагают использование специальных приборов, переносимых вручную.

Вопрос совершенствования натуральных наблюдений за подрабатываемым участком в

направлении снижения их трудоёмкости, повышения удобства и обеспечения заданной точности замеров — **актуальная задача горного производства.** Для её решения предлагается изменить традиционную методику наблюдений. В работе [2] обосновывается, что достаточно осуществлять контроль на участке, где ожидаются максимальные смещения подработанной поверхности, а именно на расстоянии  $0,32H$  (где  $H$  — глубина разработки, м) от разрезной печи или над целиком. При этом съёмку предлагается выполнять при помощи короткой наблюдательной станции (КНС) [3], представленной на рисунке 1.

Все устройство устанавливается в защитной пластиковой или металлической трубке *1*. На концах исследуемого интервала устанавливаются два репера *б*. Через блок *12* от одного из грунтовых (или стенных) реперов *1* протягивают инварную проволоку *11* на роликах *14* с постоянным подвешенным натяжным грузом *13* для создания горизонтального участка и отсутствия прогиба проволоки *11*. На проволоке *11* напротив второго стенного репера *б* установлена неподвижная горизонтальная шкала с делениями *10* и увеличительной лупой *15* для точности взятия отсчётов. Ко второму реперу *б*

прикреплена игла 16 в качестве отсчётного индекса, с помощью которой производят определение горизонтальных деформаций исследуемого участка. В U-образный гибкий шланг 2 заливается незамерзающая жидкость 3 (технический спирт с добавлением масла для уменьшения испарения спирта). На прозрачные трубки 4 следует надеть шланг 2, а сверху на трубки — крышки 5 с отверстиями для воздуха. Концы прозрачных трубок прикреплены к концам защитной металлической или пластиковой трубы 1 (или к реперу 6) резиновыми или металлическими хомутами 7 во избежание вибраций и отклонений прозрачных трубок 4 по вертикали, а U-образный гибкий шланг 2 пропущен понизу защитной тру-

бы 1. При оседании пород или сооружений один конец шланга 2 будет испытывать большее оседание, а жидкость 3 в шланге 2 будет оставаться на одном уровне. Относительное оседание одного из концов шланга 2 будет видно по разности отсчётов на вертикальной шкале 8 с миллиметровыми делениями (исходный уровень жидкости установлен на нулевом делении +10; 0; -10 мм). Чтобы наблюдать за отсчётами в процессе наклона сооружений, в защитной трубе сделано ещё одно смотровое окно 9. Представленное устройство упрощает процедуру снятия показаний, позволяет отказаться от использования нивелиров и теодолитов, что обеспечивает удобство ведения работ и снижает их трудоёмкость.

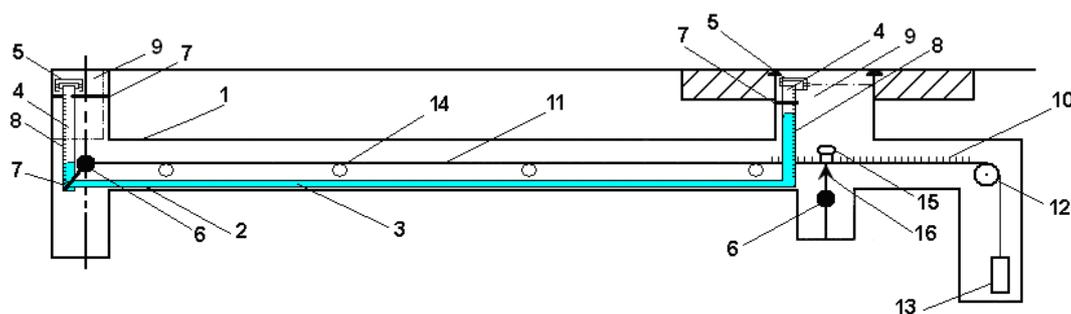


Рисунок 1 Короткая наблюдательная станция для измерения горизонтальных и вертикальных деформаций земной поверхности [3]

**Цель работы** заключается в проведении технико-экономического сравнения традиционной методики наблюдений за оседаниями и деформациями подработанной земной поверхности с методикой, предполагающей использование КНС.

**Методика исследования.** Сравнение предлагается провести при использовании метода рейтинговых оценок [4] по пяти позициям: экономическая эффективность, трудоёмкость маркшейдерских работ, универсальность применения, точность замеров и обеспечение сохранности профильных линий на время наблюдений.

**Изложение материала и его результаты.** Для расчёта экономической эффективности по сравниваемым вариантам определены приведённые годовые затраты [5]:

$$Z_{пр} = E \cdot KЗ + Z_{экспл}, \quad (1)$$

где  $E$  — коэффициент экономической эффективности;

$KЗ$  — сумма капиталовложений на возведение наблюдательной станции;

$Z_{экспл}$  — годовая сумма эксплуатационных расходов на обслуживание замерной станции, руб.

Коэффициент экономической эффективности определяется сроками эксплуатации рассматриваемого объекта. Наблюдения ведутся с момента ввода лавы в эксплуатацию и заканчиваются спустя 1–2 года после её остановки. В общей сумме станция эксплуатируется около трёх лет, из чего следует  $E = 1/3 = 0,33$ .

## НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Под капитальными вложениями (КЗ) следует понимать единоразовые затраты, связанные с заложением наблюдательной станции. Они включают в себя прямые и накладные расходы (табл. 1). Прямые затраты определялись на основании среднерыночных цен на ресурсы и норм их расхода [6–9]. Накладные расходы составляют 160 % трудозатрат [10].

Эксплуатационные расходы ( $Z_{\text{экспл}}$ ) связаны с оплатой труда маркшейдеров, выполняющих съёмку и обрабатывающих результаты замеров. Для определения продолжительности одной серии наблюдений определялись нормы времени на снятие замеров с помощью КНС (табл. 2) и традиционной станции (табл. 3).

С учётом того, что за год проводится в среднем 24 съёмки, при использовании КНС будет затрачено 2 часа в год, а традиционной — 165 часов.

Заработная плата маркшейдеров определяется затраченным временем на выполнение работ и часовой тарифной ставкой.

Годовая сумма эксплуатационных затрат при традиционной наблюдательной станции составит 37300 руб., а при КНС — 2800 руб.

Годовая сумма экономии при использовании КНС — 53760 руб.

В таблице 4 приведено технико-экономическое сравнение вариантов.

Таблица 1

Капитальные затраты по сравниваемым вариантам

Наименование затрат	Затраты по наблюдательной станции, руб.	
	традиционной (51 репер)	короткой
Трудозатраты	850	220
Материалы	62000	6650
Стоимость эксплуатации машин и механизмов	2700	1330
Прямые расходы	65550	8200
Накладные расходы	1360	350
Итого	66910	8550

Таблица 2

Расчёт нормы времени на снятие замеров с помощью КНС

Наименование операции	Затраченное время, мин
Взятие отсчёта по горизонтальной шкале	0,2
То же по вертикальной шкале	0,2
Фиксация взятого отсчёта в регистрационном журнале	0,5
Открыть крышку	0,1
Закрыть крышку	0,1
Переход к соседнему реперу	1
Норма времени на 1 репер	2,1
Итого норма времени на всю станцию (2 репера)	4,2
Неучтённые затраты (20 %)	0,84
Общие затраты времени	5,04

Таблица 3

Расчёт нормы времени на наблюдения при традиционной станции

Наименование операции	Затраченное время, мин
Установка нивелира в рабочее положение	2,3
Взятие отсчёта	1
Фиксация взятого отсчёта в регистрационном журнале	0,3
Измерение расстояний между реперами в прямом и обратном направлении	2,1
Фиксация расстояния в журнале	0,3
Установка рейки на репере	0,5
Переход к другому реперу	0,24
Итого норма времени на 1 репер, мин	6,74
Итого норма времени на всю станцию (51 репер), мин	343,74
Неучтённые затраты времени (20 %), мин	68,75
Общие затраты времени, мин	412,5

На рисунке 2 пунктирной линией показана фигура, которая соответствует идеальному варианту ведения наблюдений. Идеальный способ по пяти сравниваемым критериям был бы оценён на 10 баллов. На рисунке 3а заштрихованный пятиугольник характеризует технико-экономическую эф-

фektivность традиционной наблюдательной станции. Как видно, у данного метода наблюдений слабыми сторонами будут трудоёмкость выполнения наблюдений (длительность), затраты на его использование и точность получаемых замеров. Площадь заштрихованной фигуры составляет 26 % от площади идеального пятиугольника, что показывает степень соответствия традиционного метода желаемому.

Аналогично на рисунке 3б заштрихованная фигура отражает технико-экономическую эффективность от использования короткой наблюдательной станции. В этом способе ведения наблюдений слабо проработан вопрос сохранности станции от вандализма и прочих возможных повреждений. Соответствие метода желаемому составляет 76 %, что в 3 раза выше, чем традиционного.

Таблица 4

Рейтинговая оценка сравниваемых вариантов наблюдений за деформациями земной поверхности

Критерий сравнения	Значение критерия		Рейтинговая оценка (максимум 10 баллов)	
	традиционная станция	КНС	традиционная станция	КНС
Годовые приведённые затраты, руб.	59380	5620	$\frac{5620}{59380} \cdot 10 = 0,94$	10
Годовая продолжительность наблюдений, ч	165	2	$\frac{2}{165} \cdot 10 = 0,12$	10
Точность замеров, мм	1/10000	1/40000	$\frac{10000}{40000} \cdot 10 = 2,5$	10
Область применения	универсальный способ	сложности при использовании на с/х угодьях	10	8
Сохранность профильной линии	обеспечена	Есть риск повреждений	10	4
Сумма баллов			23,56	42
<b>Средняя рейтинговая оценка</b>			<b>4,71</b>	<b>8,4</b>

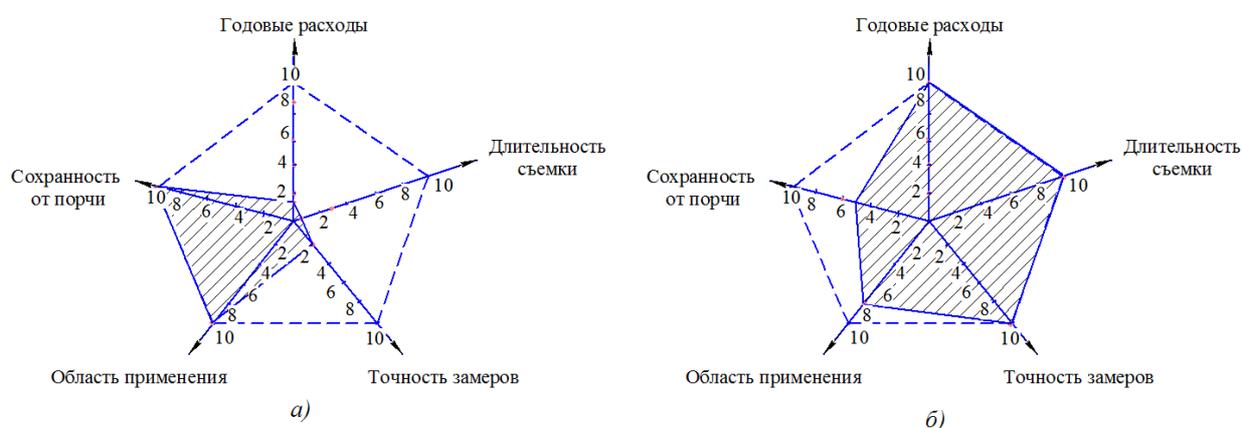


Рисунок 2 Техничко-экономическое сравнение вариантов методом рейтинговых оценок (а — традиционная станция из грунтовых реперов; б — КНС)

**Выводы и направление дальнейших исследований.** На основании проведённого технико-экономического сравнения можно сделать следующие выводы в пользу методики наблюдений, основанной на использовании КНС:

– она значительно дешевле традиционной, расчётная годовая сумма экономии от её применения составит 53,7 тыс. руб.;

– заметно снижает трудоёмкость маркшейдерской съёмки;

– позволяет получать результаты замеров с более высокой точностью.

В целом эффективность предлагаемой методики ведения наблюдений в 3 раза выше традиционной.

### Библиографический список

1. Инструкция по наблюдениям за сдвижением горных пород, земной поверхности и подрабатываемыми сооружениями на угольных и сланцевых месторождениях [Текст] / Мин-во угольной промышленности СССР. — М. : Недра, 1989. — 96 с.

2. Ларченко, В. Г. Зависимость горизонтальных деформаций земной поверхности от ширины выработанного пространства и размеров целиков [Текст] / В. Г. Ларченко // Вестник МАНЭБ. — СПб., 2000. — № 2 (26). — С. 30–32.

3. Пат. 35377 U Україна, МПК<sup>8</sup> G 01 C 3/08. Пристрій для виміру горизонтальних і вертикальних деформацій товщі гірничих порід і споруд земної поверхні / В. Г. Ларченко, Н. В. Хоружа ; замовник та патентовласник Донбаський державний технічний університет. — № u200805642 ; заяв. 30.04.2008 ; опубл. 10.09.2008, Бюл. № 17. — 4 с. : іл.

4. Методика рейтинговой оценки. Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности [Электронный ресурс] / StudRef.com. — Режим доступа: [https://studref.com/384858/ekonomika/metodika\\_reytingovoy\\_otsenki](https://studref.com/384858/ekonomika/metodika_reytingovoy_otsenki) (24.05.19).

5. Лопатников, Л. И. Экономико-математический словарь [Текст] : словарь современной экономической науки / Л. И. Лопатников. — [5-е изд., перераб. и доп.]. — М. : Дело, 2003. — 520 с.

6. Расчёты и планы : расчёт тарифных ставок водителей автомобилей [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.busel.org/texts/cat1el/id5dwdcng.htm> (21.05.19).

7. Пропорции бетона : состав [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://okbeton.ru/raschet/sostav-betona.html> (21.05.19).

8. Єдині норми виробітку на гірничопідготовчі роботи для вугільних шахт [Текст] / Мін-во палива та енергетики України, Донецький ЦОП. — К. : Мінпаливенерго України, 2004. — 302 с.

9. Единые нормы выработки и расценки на строительные монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е-3-Каменные работы. §ЕЗ-23 Ручное приготовление растворов [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://www.zakonprost.ru/content/base/part/87620> (21.05.19).

10. Реформирование ценообразования и взаимоотношений в строительстве [Текст] / Госстрой Украины. — К. : НПО «Инпроект», 2000. — 431 с.

© Хоружая Н. В.

© Доценко О. Г.

**Рекомендована к печати к.т.н., доц. каф. РМПИ ДонГТУ Леоновым А. А.,  
зам. директора по экономике и финансам филиала  
«Шахта Никонор-Новая» Линником С. А.**

Статья поступила в редакцию 10.06.19.

**Хоружа Н. В., Доценко О. Г.** (ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР)

**ПОРІВНЯННЯ МЕТОДИКИ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА ОСІДАННЯМИ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ ЗА ДОПОМОГОЮ ТРАДИЦІЙНОЇ ТА КОРОТКОЇ СПОСТЕРЕЖНИХ СТАНЦІЙ**

*Наведено результати техніко-економічного порівняння методики спостережень за осіданням і деформаціями земної поверхні за допомогою короткої спостережної станції (КСС) і традиційної станції з ґрунтових реперів. Порівняння реалізовано по п'яти позиціях: економічна ефективність, трудомісткість маркшейдерських робіт, універсальність застосування, точність вимірів і забезпечення збереження профільних ліній на час спостережень.*

**Ключові слова:** спостереження, деформації, коротка спостережна станція (КСС), техніко-економічне порівняння, метод рейтингових оцінок, капітальні та експлуатаційні витрати.

**Khoruzhaia N. V., Dotsenko O. G.** (DonSTU, Alchevsk, LPR)

**COMPARISON OF THE OBSERVING TECHNIQUE OF THE EARTH'S CRUST SUBSIDENCE USING THE TRADITIONAL AND SHORT OBSERVATION STATION**

*The results of technical and economic comparison of the observing methods of the earth's crust subsidence with a short observation station (SOS) and with a traditional ground reference point station are presented. Comparison is realized on five positions: economic efficiency; labor intensity of surveying; versatility, accuracy of measurements and ensuring the safety of profile lines at the time of observation.*

**Key words:** observations, deformations, short observation station (SOS), technical and economic comparison, rating method, capital and operating expenditures.

