

СУЧАСНІ СИСТЕМИ І ЗАСОБИ КОМПЛЕКСНОЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ І ДИСПЕТЧЕРИЗАЦІЇ ШАХТ

В.І. Сілаєв, інститут «Автоматгірмаш ім. В.А. Антипова», Україна

Наведено функціональні можливості систем і засобів комплексної автоматизації і диспетчеризації шахт, що побудовані на основі інформаційних технологій та напрямки їх розвитку.

На шахтах України поширюється використання систем і засобів автоматизації, побудованих на основі інформаційних технологій, інтелектуальних датчиків, комп'ютеризованих телекомунікаційних мереж. Найбільше розповсюдження отримала апаратура управління і контролю видобувних комбайнів [1-3], дистанційного управління видобувним устаткуванням ШПК, КДУ. Почалось впровадження технологічного зв'язку у видобувних і прохідницьких вибоях КТЗ і КУТС [4], апаратури для підйомів КЗП, електровозів АВ8Т та ін.

Але автоматизація тільки окремих ділянок виробництва і використовуваного на них обладнання без координації всіх систем з метою досягнення оптимального результату управління підприємством в цілому не дасть бажаного результату. Для цього необхідна система управління, що охоплює всю шахту, яка отримує інформацію з усіх ділянок і всіх одиниць обладнання. До систем комплексної автоматизації належать уніфікована телекомунікаційна автоматизована система УТАС, апаратно-програмний комплекс аерогазового контролю КАГІ, система моніторингу роботи видобувної дільниці [5], система комплексної безпеки СКБ [1, 6], автоматизований диспетчерський пункт шахти [1, 8], модульно-адаптивна прогностична система управління шахтою [1, 7].

Розглянемо функціональні можливості та сферу використання окремих комплексних систем та засобів передачі інформації і зв'язку.

Сучасною апаратурою автоматизації обладнуються усі видобувні комбайни з частотно-регульованим та гідравлічним приводом подачі, а також з винесеними системами подачі на базі електромагнітних муфт сковзання.

Апаратура забезпечує:

- дистанційне управління з одного, двох або трьох розташованих на комбайні пультів, а також з пульта радіоуправління і з штрекового пульта (у разі необхідності) усіма операціями по управлінню комбайном, конвеєром, винесеною системою передачі, упереджувальною лебідкою, лебідкою для витягування тракового ланцюга, гальмами, перетворювачем частоти;

- автоматичне управління режимом роботи головного приводу комбайна та приводу подачі, у т. ч. швидкістю подачі при пуску, перевантаженні приводу, надходженні комбайна близько головою конвеєра;

- захисне відключення при недостатньому тиску води в системах зрошення та охолодження перетворювачів частоти, а також масла в гідросистемі гальм, перевищенні сили тяги тракового ланцюга, концентрації метану, перегріві електродвигунів;

- перевірку функціонування апаратури, діагностику роботи обладнання, аварійного відключення механізмів, порушення ліній зв'язку з поданням інформації на світлові індикатори та літерно-цифрові дисплеї, розташовані у 13 вікнах, де відображуються до 100 причин зупинок комбайну та пошкоджень;

- реєстрацію інформації в реальному часі і передачу її в загальношахтну інформаційну мережу.

Уніфікований комплекс управління і діагностики для прохідницького устаткування КПТУ є подальшим розвитком серійної апаратури КПТ-13. В ньому поширена кількість функцій, а саме за рахунок:

- управління з одного з чотирьох пультів – місцевого, по радіо, переносних основного та хвостового по двопровідному каналу усіма механізмами комбайну;

- індикації стану елементів електро- та гідроустаткування на рідинно-кристалічному дисплеї та одиничних індикаторах на місцевому пульті; загальна кількість діагностуємих параметрів – 26, причин відключення механізмів з вказівкою місця – 57;

- індикації на переносних пультах та радіопультах їх функціонування.

При налагоджувальних роботах можна перевірити правильність функціонування вузлів комбайна без включення електроприводів.

Використання сучасної мікроелектроніки та інтерфейсу RS-485 дозволило скоротити кількість електромагнітних реле на 25 шт., блоків дистанційного управління БДУ на 5, апаратів захисту КОРД на 10 шт. В результаті опрощено обслуговування машини та знижені вимоги до кваліфікації обслуговуючого персоналу.

Для експлуатації прохідницьких комбайнів у викидонебезпечних вибоях на базі апаратури КПТУ створена електронна система КПКАГ [1, 9], яка додатково виконує наступні функції: оперативний сейсмоакустичний контроль напруженості викидонебезпечного гірничого масиву; контроль концентрації метану, швидкості повітря у виробках; прогноз стану гірничого масиву за критерієм викидонебезпеки з використанням розроблених МакНДІ програмних засобів; подання попереджувальних звукових та світлових сигналів персоналу про відхилення параметрів викидонебезпеки від норми; відображення значень параметрів викидонебезпеки на робочому місці машиніста комбайна; передача інформації про стан вибою на поверхню по лініях зв'язку АПСС1; відключення електроенергії з механізмів комбайну при перевищенні параметрами викидонебезпеки нормативних значень.

Комплекс аерогазовий інформаційний КАГІ призначений для застосуванні в системах аерогазового контролю (АГК) вугільних шахт для прийому, перетворення, представлення оператору АГК, обробки, видачі та зберігання інформації, що надходить на поверхню у вигляді аналогових та дискретних сигналів від апаратури автоматичного контролю вмісту метану АКМ – аналізаторів метану (АТ1-1, АТ3-1, АМТВ, АТБ), вимірювачів швидкості та напрямку руху повітря ВШНП, пристрою телеуправління та телесигналізації ТУ-ТС «Вітер-1М» з апаратурою контролю провітрювання тупикових виробок (АКВ) усіх типів (АПТВ, «АЗОТ», «АЗОТ-Р»), а також автоматичного управління вентиляторами місцевого провітрювання (ВМП). Може використовуватися в комплекті з іншою вимірювальною апаратурою (контроль вмісту окису вуглецю та інших газів, запиленості рудникового повітря, температури тощо), що має уніфікований вихід 0-5 мА, а з пристроєм ТУ-ТС «Вітер-1М» – для автоматизації контролю та управління іншим обладнанням.

Склад та періодичність інформації що надходить:

- щосекундна інформація про зміни телевимірювання та телесигналізації датчиків:
 - метану;
 - витрати повітря;
 - окису вуглецю (ДОУ);
- щосекундна інформація про стан провітрювання в тупикових виробках:
- робота основного вентилятора;
 - робота резервного вентилятора;
 - стан групового апарату (ГА);
 - наявність резервної напруги;
 - наявність необхідного повітря (ДСВ);
 - наявність дозволу АПТВ на включення ГА.

Система комплексної безпеки СКБ призначена для забезпечення безпеки на підприємствах, що належать до сфери Міністерства енергетики та вугільної промисловості України шляхом своєчасного та об'єктивного інформування персоналу шахт, служб і керівництва вугільних ДП, усіх ланок структури гірничорятувальної служби та Міністерства про виникнення передаварійних і аварійних ситуацій на вугільних шахтах.

Система повинна забезпечувати телекомунікаційними послугами на базі сучасних інформаційно-телекомунікаційних технологій (передача даних, голосовий зв'язок, відеоспостереження) наступні об'єкти:

Диспетчерський центр Міністерства енергетики та вугільної промисловості України;

Аварійно-технічний центр центрального штабу Державної воєнізованої гірничорятувальної служби;

Диспетчерські центри воєнізованих гірничорятувальних загонів (ВГРЗ);

Диспетчерські центри вугледобувних підприємств.

Система забезпечує виконання наступних функцій:

- своєчасне одержання в диспетчерських пунктах сигналів тривоги при виникненні аварійних ситуацій;
- відображення на мнемосхемі, дисплеї або екрані в режимі реального часу інформації про параметри безпеки, а також інформації про хід технологічного процесу і стан устаткування;
- надання інформації для аналізу роботи окремих технологічних ланок або шахт по будь-яких технологічних параметрах за довільний проміжок часу;
- можливість документування і збереження інформації протягом не менше ніж 90 діб або у відповідності до вимог чинних нормативних документів;
- ручне введення інформації на нижньому рівні (шахта);
- реєстрація параметрів технологічного процесу («чорна скринька») на нижньому рівні;
- можливість доступу до інформації про розвиток позаштатної ситуації з різних рівнів;
- візуалізація роботи гірничого диспетчера і її аудіо запис.

Система впроваджена на шахті ім. Кірова ДП «Макіїввугілля».

Апаратура контролю режиму дегазації АКРД здійснює одночасний автоматичний контроль вмісту метану, температури, тиску, перепаду тиску та витрати газу в дегазаційному трубопроводі, а також вміст метану, температури, швидкості повітря та оксиду вуглець в атмосфері.

Апаратура застосовується для роботи на вугільних шахтах, небезпечних за газом та пилом, в умовах помірного та холодного клімату. Основні функції:

- контроль вмісту метану в газовій суміші в дегазаційному трубопроводі від 0 до 99,9 % об'ємних часток з однозначність показників;
- контроль температури газової суміші в дегазаційному трубопроводі від 10 до 60°C;
- контроль витрат газової суміші в дегазаційному трубопроводі в діапазоні від 2 до 300 м³/хв при швидкості газової суміші від 2 до 25 м/с;
- розрідження в дегазаційному трубопроводі від 0,7 до 86,5 кПа;
- вимірювання надлишкового тиску в нагнітальній частині дегазаційного трубопроводу в діапазоні від 0 до 151,6 кПа;
- вміст в атмосфері метану в діапазоні від 0 до 2,5 об.%, від от 2,5 до 99,9 об.%;
- оксиду вуглецю від 0 до 100 ppm;
- швидкості повітряного потоку від 0,25 до 8 м/с;
- температури навколишнього середовища від мінус 10 до 50°C;
- передача інформації про параметри газової суміші на ПЕВМ диспетчера;
- управління технологічними об'єктами в системі дегазації по пороговим значенням вмісту метану;
- видача світлової та звукової сигналізації.

Важливою складовою комплексної системи автоматизації і диспетчеризації шахт є апаратура контролю стану гірничого масиву та прогнозу гірничо-динамічних явищ.

Найбільше застосування отримала апаратура автоматизованого сейсмоакустичного моніторингу гірничого масиву ЗУА.

Призначена для автоматизації процесу реєстрації сейсмоінформації та процесу розрахунку статистичних характеристик алгоритмів складових частин сейсмоакустичного моніторингу автоматичного відключення виймальної (прохідницької) машини в аварійній ситуації.

Сферою застосування апаратури є шахтні служби прогнозу, які використовують сейсмоакустичні методи та способи на базі ЗУА при розробці погрожувальних та небезпечних за раптовими викидами вугілля та газу вугільних пластів.

Основні функції:

- автоматична реєстрація набору звукових образів на виході звукоуловлюючої апаратури (ЗУА);
- відображення їх частотних характеристик у реальному часі запису та у режимі прослуховування;

- створення баз даних;
- обробка даних та розрахунок статистичних характеристик алгоритмів сейсмомоніторингу;
- побудова прогнозних кривих змінення прогнозних оцінок;
- підготовка та друк результатів розрахунку.

Склад:

- звукоуловлююча апаратура;
- локальний комп'ютер;
- програмне забезпечення SPA на лазерних дисках;
- звукові карти Yamaha, Creativ, C-media.

Інформація, яку доцільно використовувати у системі комплексної безпеки:

1. Прогнозні оцінки стану гірничого масиву.
2. Наявність зв'язку з контрольованою виробкою.
3. Екстрене повідомлення про зміну прогнозу.
4. Аудіоінформація з контрольованої виробки.

Апаратура АПСС1 призначена для передачі сейсмоакустичного сигналу з гірничих виробок шахт, у тому числі небезпечних за раптовими викидами вугілля, породи та газу

Область застосування – апаратне забезпечення акустичних засобів оцінки та контролю стану гірничого масиву в виїмкових та тупикових виробках.

Апаратура АПСС1 забезпечує прийом акустичного сигналу, його перетворення, підсилення сигналу, прийом сигналу на поверхні, демодуляцію, передачу сигналу для реєстрації та обробки в персональний комп'ютер, контроль за станом лінії зв'язку.

Використовується в комплекті з прикладним програмним забезпеченням, що обробляє акустичний сигнал та отримує параметри стану гірничого масиву і прогноз викидонебезпечності гірничого масиву.

Склад та періодичність інформації що надходить: змінно коротка інформація про стан безпеки газодинамічних явищ (ГДЯ) у вибої.

Технічне забезпечення прогнозу викидонебезпечності за акустичною емісією здійснюється за допомогою авторизованого робочого місця оператора прогнозу.

Основні функції:

- забезпечення сейсмоакустичних спостережень під час прогнозу небезпечності ГДЯ за акустичною емісією масиву на місці проведення гірничих робіт;
- обмін службовою інформацією по лінії «поверхня – підземні роботи»;
- вимірювання і передача даних на поверхню;
- «чорна скринька» сейсмоакустичної та іншої інформації.

Прогнозні висновки здійснюються кожні 10 хв.

Оперативне управління шахтою здійснюється з диспетчерського пункту.

Автоматизований диспетчерський пункт шахти ДПШ призначений для управління шахтою на підставі інформації про хід технологічних процесів, параметри безпеки і прогнозу виникнення аварійних ситуацій, стан і режими роботи устаткування і аерогазової ситуації у гірничих виробках для прийняття диспетчером і керівництвом шахти адекватних управлінських рішень за рахунок безперервного автоматичного контролю і накопичення цієї інформації.

Комплекс технічних засобів автоматизації ДПШ забезпечує:

- безперервний обмін (прийом та передавання) інформацією з системою комплексної безпеки (СКБ) або з шахтними автоматизованими комп'ютерними системами;
- безперервний циклічний збір, зберігання і перетворення в єдиний формат інформації від дискретних, аналогових, і контактних датчиків на поверхні шахти, що підключаються до відповідних входів пристрою сполучення з об'єктом ПСО;
- ручне введення даних в сервер, у разі недостовірної інформації від існуючих шахтних інформаційних систем, і датчиків для об'єктивної оцінки ситуації;
- передачу інформації в локальну мережу шахти за запитом з АРМ;
- відображення інформації про технологічні параметри, параметри безпеки, команди управління;

– створення бази (архіву) даних з виводом архівної інформації на зовнішні носії (CD-диски, флеш-пам'ять) за запитом для прогнозування розвитку аварій, розслідування причин аварійних і передаварійних ситуацій і усунення їх;

– збереження інформації у базі даних серверу, не менше ніж 90 д.

На екрані колективного користування відображаються:

а) у базовому режимі – інформація загальношахтного характеру з можливістю її деталізації, план гірничих робіт або його ділянки накладений на умовні зображення працюючого устаткування (транспорт, вентиляція, енергопостачання та ін.);

б) за запитом диспетчера:

1) аерогазова обстановка у гірничих виробках з індикацією стану атмосфери на контрольованих об'єктах;

2) схема конвеєрного транспорту з конвеєрами, бункерами, підймальними установками;

3) інформація про роботу компресорів;

4) інформація про роботу вентилятора головного провітрювання;

5) інформація про роботу видобувних комбайнів;

6) схема електропостачання з індикацією стану об'єктів (ввімкнено/вимкнено/аварія).

Найбільш розвинутою є модульно-адаптивна прогностична система управління шахтою, що розроблюється. Метою її створення є забезпечення ефективного управління шахтою в умовах високої динамічності і невизначеності внутрішнього і зовнішнього середовища.

Мета досягається за рахунок:

– максимально можливої автоматизації технологічних процесів, адаптації обладнання та персоналу до ефективного функціонування в єдиній системі на основі комплексного підходу до вирішення всіх технологічних і організаційних завдань з управління шахтою;

– прогностичної багатофакторної оцінки стану та тенденцій розвитку всіх об'єктів, технологічних процесів, зовнішнього середовища;

– оптимального використання людських, матеріальних, фінансових і технічних ресурсів;

– ефективної підготовки кваліфікованого персоналу, створення більш комфортних і безпечних умов праці;

– взаємоузгодженого і скоординованого функціонування модулів для оптимізації роботи системи в цілому;

– оптимального управління шахтою завдяки наявності оперативної, достовірної та цілеспрямованої інформації, обробленої з використанням багатокритеріальних цільових функцій.

Ефективне функціонування системи забезпечується шляхом створення модулів, керуючих ланками технологічної мережі шахти, які інформаційно об'єднані в автоматизовану систему. Кількість модулів залежить від структури конкретної шахти і організації робіт. У максимальному варіанті система складається з 22 модулів, призначених для:

– автоматизації управління і контролю вибійного і стаціонарного обладнання, транспортних засобів, обладнання поверхневого комплексу, енергопостачання та збагачування вугілля, екстракцією метану та його утилізацією;

– протиаварійного захисту і пожежегасіння, оцінки стану гірничого масиву і газодинамічних явищ;

– окремих підрозділів шахти, обліку персоналу та організації праці, автоматизованого контролю кваліфікаційного, психофізіологічного та медичного підбору кадрів;

– технічної та організаційної оптимізації виробничого процесу, моделювання і оптимізації технологічних процесів вуглевидобутку;

– диспетчерської служби, технологічного зв'язку та аварійного оповіщення, збору і передачі інформації.

В якості модулів системи можуть використовуватися описані комплекси технічних засобів, системи автоматизації та апаратури.

Важливими особливостями модульної системи є багатофакторний контроль стану об'єктів і процесів, а також прогноз їх розвитку.

Інформація від всіх модулів за допомогою пристроїв її збору, перетворення і обробки над-

ходить до загальношахтної комп'ютерної мережі, що з'єднує всі модулі з центральною ЕОМ, подається гірничому диспетчеру, а також на АРМ відповідних користувачів. Комп'ютерна мережа на поверхні шахти з'єднує керівників шахти, окремих ділянок і служб з гірничим диспетчером, комерційно-економічними і фінансовими службами, службами медико-психологічного відбору, підготовки та перепідготовки кадрів. Вона призначена для забезпечення прийняття адекватних управлінських рішень на підставі аналізу отриманої інформації.

Дослідний зразок базового комплексу технічних засобів телекомунікаційної мережі шахти, що проходив промислові випробування на шахті «Чайкіно» ДП «Макіїввугілля», складався з наступних підсистем:

- пристрій протипожежного контролю гірничошахтного обладнання ППК;
- комплекс засобів управління очисними комбайнами;
- система контролю повітропостачання та температурних режимів у виробках шахт СКПТ;
- електронна система дистанційного керування прохідницькими комбайнами і контролю аерогазового режиму у виробках КПКАГ;
- підсистеми передачі інформації по інтерфейсу RS-485 за протоколом DCON.

Комплекс складається з підземної і наземної частин (рис. 1). Він живиться від електричної мережі шахти, при відключенні якої живлення протягом 2 годин здійснюється від безперервного джерела живлення (наземна частина) і акумуляторів блоку АГАТ АК12.15 (підземна частина).

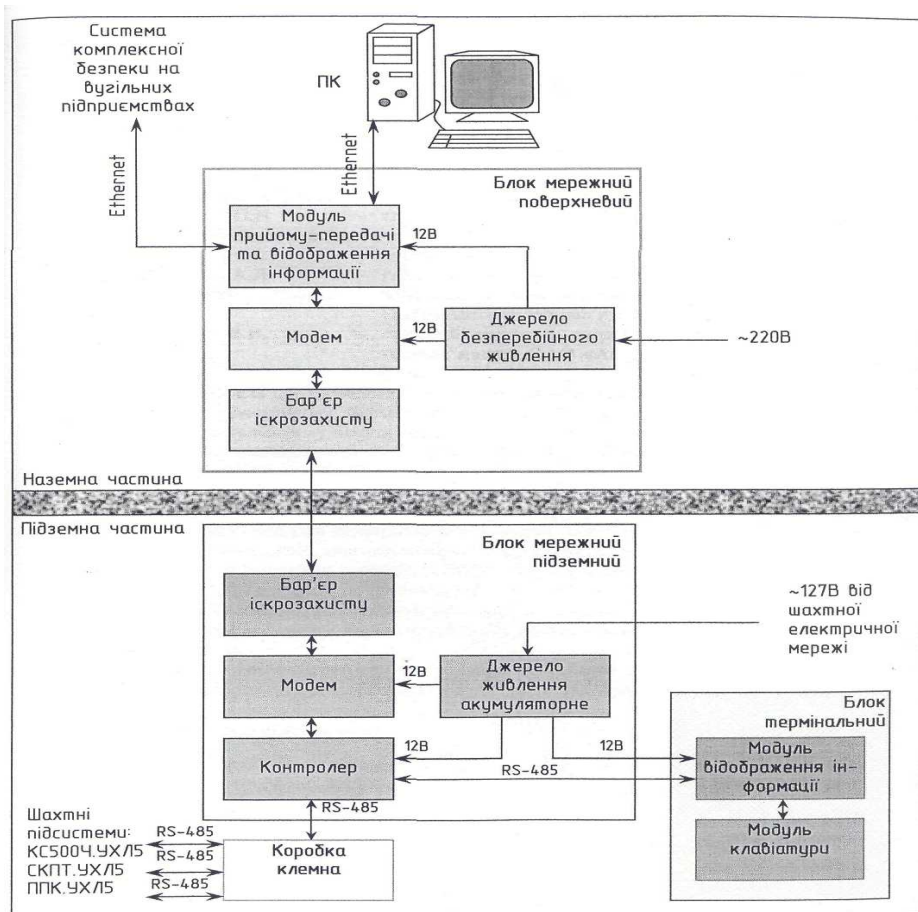


Рис. 1. Структурна схема комплексу технічних засобів телекомунікаційної мережі шахти для збору та передачі технологічної, діагностичної та прогнозної інформації на необхідні рівні управління шахтою

Основним модулем наземної частини комплексу є персональний комп'ютер, підземної – контролер I-7188. Передача інформації між складовими виробами здійснюється повільним

крученим парам кабелю шахтної телефонної мережі, по симетричній двопровідній лінії зв'язку (стандарт EIA RS-485), модемній лінії зв'язку та по кабелю локальної мережі (протокол TCP/IP).

Після промислових випробувань комплекс був доповнений блоком перетворення інтерфейсу та багатомодульним підземним мережним блоком, який дозволяє підключити по модемних лініях зв'язку кілька ділянок шахти для передачі інформації в поверхневу частину комплексу. Крім того для потреб шахти в програмне забезпечення введена функція управління з поверхні підземним обладнанням.

Комплекс вирішує наступні задачі:

- підвищення рівня безпеки всіх ланок вугільного підприємства, зменшення збитків від аварій і витрат на ліквідацію зв'язаних з ними наслідків за рахунок забезпечення фахівців необхідною для прийняття рішень технологічною, діагностичною та прогнозною інформацією і своєчасного прийняття ними рішень про здійснення попереджувальних заходів запобігання аварійним ситуаціям;

- створення єдиної інформаційної бази даних з метою прогнозу стану безпеки з урахуванням ходу технологічного процесу за рахунок безперервного збору інформації від об'єктів;

- забезпечення високої оперативності і вірогідності контролю параметрів безпеки, отримання необхідної інформації для формування рекомендацій з оптимального управління технологічним обладнанням, аерологічним та гірничим середовищем за рахунок безупинного спостереження за технологічними процесами шахти і передачі в реальному масштабі часу інформації фахівцям вугільного підприємства.

Таким чином, шахти України мають можливість підвищити ефективність діяльності і безпеку праці, зменшити аварійність та витрати на ліквідацію наслідків аварій за рахунок використання сучасних систем комплексної автоматизації і диспетчеризації.

Список літератури

1. Курносов В.Г. Научные основы автоматизации в угольной промышленности: опыт и перспективы развития: Монография / В.Г. Курносов, В.И. Силаев. – Донецк: Вебер, 2009. – 422 с.

2. Сирченко В.Н., Система управления добычными комбайнами с частотно-регулируемым приводом подачи / В.Н. Сирченко, С.Н. Андрусенко, А.В. Мезников, В.В. Синенко // Уголь Украины. – 2006. – № 9. – С. 34-35.

3. Синенко В.В. Комплекс технических средств управления очистным комбайном УКД300 / В.В. Синенко, В.Н. Сирченко, А.А. Акатов и др. // Уголь Украины. – 2006. – № 9. – С. 29-31.

4. Сироткин А.А. Комплекс устройств технологической связи для добычных и проходческих забоев с режимом аварийного оповещения / А.А. Сироткин, В.И. Шапошник, А.А. Ковалев // Уголь Украины. – 2006. – № 9. – С. 35-37.

5. Котлярский А.И. Система мониторинга работы добычного участка / А.И. Котлярский, В.И. Ревякин, Е.А. Жмакин, В.А. Гайдабура // Уголь. – 2009. – № 5. – С. 20-23.

6. Автоматизована система комплексної безпеки шахт. Патент України на корисну модель № 37488. Автори: Тулуб СБ., Яценко І.О., Брюханов О.М. та ін. – Бюл. № 22, 2008.

7. Спосіб керування процесом видобування вугілля у шахті та модульно-адаптивна прогностична система для його здійснення. Патент України на винахід № 83927. Автори: Красік Я.Л., Курносов В.Г., Вінарик А.А. та ін. – Бюл. № 16, 2006.

8. Комплекс технічних засобів автоматизації диспетчерського пункту шахти. Патент України на винахід № 43808. Автори: Курносов В.Г., Вінарик А.А., Синенко В.В. та ін. – Бюл. № 16, 2009.

9. Синенко В.В. Аппаратура КПКУ и система КПКАГ / В.В. Синенко, В.И. Силаев, В.Н. Сирченко и др. // Уголь Украины. – 2006. – № 9. – С. 27-29.