

УДК 622.867.658

**И.С. КОСТЮК** (канд.техн.наук, доц.),

**Б.Н. КАЗУБ** (студент)

Донецкий национальный технический университет

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО РАЗРАБОТКЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ШАХТЕРОВ**

Проанализирована история эволюции технических систем, применяемых на шахте, на примере совершенствования технической системы, используемой для освещения и контроля метана, выделены этапы ее развития и закономерности, которые необходимо учитывать для прогнозирования перспективных направлений развития различных видов горного оборудования.

**Ключевые слова:** шахта, техническая система, информационная система, закономерности развития, прогнозирование, планирование, шахтная лампа, шахтный светильник, интерферометр.

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** Темпы развития горного оборудования очень низкие. Особенно, если их сравнивать с темпами развития передовых отраслей, например, компьютерных технологий или коммутационное оборудование. Условия применения горного оборудования предъявляют к ним обязательные требования — это возможность искробезопасной его работы в газовой среде, т.е. необходимо исключить воспламенение последней. Научный интерес в этом отношении представляет история развития шахтного светильника, который раньше использовался для решения двух задач. Во-первых, эта техническая система служила источником света и во-вторых, позволяла контролировать содержание метана в рудничной атмосфере. Другой причиной, и не менее важной, на наш взгляд, является слабое знание истории развития технических систем, используемых в горном производстве и не использование закономерностей и тенденций их развития для прогнозирования разработки наиболее производительных горных машин и рациональных технологий добычи угля.

Такое пренебрежение историей обусловлено тем, что в этом направлении исследований нет четко разработанных подходов и методологии, т.е. нет методик, которые бы определяли как необходимо изучать историю и какие параметры развития горной техники и технологий необходимо прогнозировать на будущее, чтобы результаты этих исследований были полезны для развития технического прогресса в горнодобывающей отрасли.

**Анализ исследований и публикаций.** Из работ Альтшуллера Г.С. [1,2] известно, что все технические системы когда-то придумываются, используются человечеством определенное время, причем интенсивность их использования за этот период закономерно изменяется и после чего они деградируют и погибают. Знание особенностей закономерности развития технических систем необходимо для выяснения резервов их развития и определения целесообразности дальнейшего совершенствования или создания принципиально новых решений [3]. Определенный научный интерес представляет рассмотрение этих закономерностей на примере технических систем, которые применяются в шахте, а конкретно это шахтные лампы и шахтные интерферометры.

В работе [5,6,8,10] показана история создания и развития шахтных технических систем. Причины создания светильников и газоанализаторов, первые инженерные мысли и разработки.

По данным работ [5,6,8], Лампа Дэви претерпела ряд технических усовершенствований до тех пор, пока не пошло ответвления развития шахтных техничес-

ких систем. Благодаря этому и появились аккумуляторные светильники и современные газоанализаторы. Их разновидности можно увидеть в таб.1. В энциклопедии [5,8], указаны модели и названия, а так-же периоды развития технических систем. По этим данным можно выделить закономерность развития данных систем, а так-же прогнозировать дальнейшее их развитие, что авторы и попытались сделать в работе [9]. В то же время эта работа является первым шагом научных исследований в данном направлении и требует дальнейшего развития и конкретизации.

**Постановка задач исследований.** Выявление закономерностей развития технических систем на шахте, позволяющих использовать результаты этих исследований для прогнозирования перспективных направлений их эволюции в будущем.

**Изложение основного материала и результаты.** Изучение и разведка недр, определение глубины залегания полезных ископаемых, затем разработка проекта строительства шахты, а также само строительство шахты составляют несколько десятков лет. В общем случае только строительство шахты и вывод ее на проектную мощность на пластах, залегающих на глубине с выше 1000 м, занимает около 15–20 лет. Если сопоставить скорость строительства шахты с темпами технического и технологического прогресса, то прекрасно видно, что строгое следование проекту приведет к строительству шахты уже заведомо отстающей от технического прогресса. [11].

Для достижения поставленной цели, рассмотрим историю возникновения некоторых шахтных технических систем, а именно их разновидности, которая дополнительно выполняет роль информационной системы. [5,6,10].

Информационной системой называется, система, позволяющая создавать, хранить, получать и обрабатывать информацию, а также обмениваться ею. В связи с этим к первым шахтным информационным системам можно отнести и рудничные лампы, которые помимо су-то технической функции — освещения горных выработок, впервые давали информацию о содержании в ней метана.

Собственно шахтёрские лампы появляются в Западной Европе и России к XVIII в. Первые переносные светильники шахтные факельного и фонарного типа ("Бог помощь", "Благодать"), заправленные сурепным маслом, можно было крепить к деревянным стойкам шахтных крепей, устанавливая в нишах. Такие светильники использовали как в России, так и за рубежом до 1815, пока на Ньюкаслских копях не произошёл ряд крупных катастроф (1809, 1812, 1815), вызванных взрывами гремучего газа, воспламенявшегося от пламени осветительных ламп. Поэтому дальнейшее совершенствование шахтерских ламп шло по двум основным направлениям: изоляция открытого пламени от газа и усовершенствование конструкции для использования более безопасного горючего материала для ламп. [6].

Эта причина содействовала созданию принципиально новой конструкции предохранительной лампы для шахт с повышенным содержанием взрывоопасных газов, т.е. лампы Дэви (по имени английского химика Гемфри Дэви, 1815). Необходимый эффект достигался использованием специальной металлической сетки (156 ячеек на 1 см<sup>2</sup>), устанавливаемой на обычной масляной лампе, а в некоторых конструкциях шахтных светильников — и подачей во взрывчатую смесь, притекающую к лампе, различных нейтральных газов (например, азота и углекислоты), выделяемых из продуктов горения (подобные светильники шахтные гасли в среде взрывчатых газов). [5,6,7,8]. Дэви заметил, что если пламя накрыть достаточно густой медной сеткой, то последняя, поглощая значительное количество тепла, будет настолько охлаждать продукты горения, что пламя не будет распространяться по другую сторону сетки, хотя часть не сгоревших (вследствие охлаждения пламе-

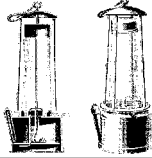

ни) паров и газов и будет проникать туда сквозь её отверстия, так что их можно зажечь. Действие металлической сетки, препятствующее распространению горения, можно видеть и из такого опыта, например: если держать сетку над открытым газовым рожком и зажечь газ поверх её, то пламя будет держаться над сеткой и не распространится вниз по направлению к рожку. На этом свойстве металлической сетки Дэви основал устройство своей предохранительной лампы. Это небольшая металлическая масляная лампа, в которой верхняя часть светильника, а, следовательно, и пламя окружены цилиндром из проволочной сетки. Внутреннее пространство этого цилиндра как для выхода из него продуктов горения, так и для притока к пламени свежего воздуха не имеет иного сообщения с окружающей атмосферой, как через посредство медной проволочной сетки. В случае внесения такой лампы в атмосферу какого-либо горючего газа последний, конечно, тотчас проникнет внутрь сетки к пламени и от него воспламенится; но горение его при этом ограничится лишь внутренним пространством лампы, окружённым сеткой, и не передастся всей остальной массе газа. [5,6,8,10].

В Германии чаще других употребляется лампа фирмы Вольф в Цвиккау; она снабжена затвором, который открывается только с помощью тяжёлого магнита. Шахтёрская лампа Вольфом нашла широкое распространение в России. Лампу Вольфа шахтёры окрестили «Благодетельница». Она спасла тысячи жизней. Весила такая лампа 1 кг, в 1914 году стоила 2,5 рубля. Расходовала лампа 0,17 фунта бензина в смену. Цена пуда бензина тогда была 0,6–1,8 рубля. [5].

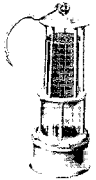
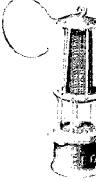
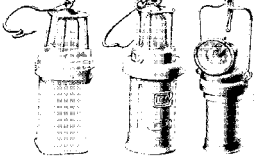
Затем лампа Дэви претерпела ряд видоизменений и усовершенствований пока не превратилась в современный шахтный аккумуляторный светильник и современный газоанализатор. Этапы совершенствования лампы как информационной системы, т.е. предоставляющей информацию о количестве газа в воздухе и как технической системы, т.е. предназначенной только для освещения представлены в таблицу. [9].

Как видно из таблицы первоначально шахтный светильник выполнял одновременно две функции: освещал рабочее пространство и сигнализировал об опасной концентрации метана в атмосфере рабочего пространства. В процессе эволюции светильника эти функции обособились и для освещения были разработаны аккумуляторные светильники, а для контроля газа — интерферометры и газоанализаторы.

Таблица 1 - Этапы развития шахтных светильников и интерферометров

Оборудование	Годы применения	Особенности конструкции	Предназначение	Внешний вид
Лампа Дэви	1815 г.	Пламя накрывалось достаточно густой медной сеткой и пламя не распространялось на внешнюю ее сторону.	Освещение и контроль метана	
Лампа Зейпеля	1880 г.	Лампа была снабжена цилиндром из толстого стекла. Вместо масла в качестве осветительного материала стали употреблять бензин, который дает больше света. Особый затвор, не давал возможность рабочему открыть лампу в шахте, если же лампа случайно гасла, то ее зажигали с помощью особого огня, дающего искру внутри лампы.	Освещение и контроль метана	
Лампа Шено	Конец XIX в.	Спиртовая лампа, в которой приток шахтного воздуха в нее и выход из лампы продуктов горения происходили разными путями. Это, во-первых, препятствовало сильному нагреванию лампы, во-вторых — приводило к уменьшению высоты пламени, что позволяло применять индикатор для определения больших концентраций метана до 6%.	Освещение и контроль метана	

## Продолжение таблицы 1.

Оборудование	Годы применения	Особенности конструкции	Предназначение	Внешний вид
Лампа Вольфа	Начало XX в.	Снабжена специальным магнитным затвором, который можно открывать только на поверхности с помощью тяжелого магнита свыше 10 кг. Расходовала лампа 0,17 фунта бензина в смену. Цена пуда бензина тогда была 0,6–1,8 рубля.	Освещение и контроль метана	
Лампа бензиновая шахтная (ЛБШ)	Середина 1940-х гг. до начала 1960-х гг.	Шахтная лампа, работающая на бензине.	Освещение и контроль метана	
Аккумуляторные лампы: «Конкордия» (Великобритания); ЛАУ-1, светильник технадзорный ЛАТ-1 (завод «Свет шахтера»)	С 1912 года; С 1932 г. по 1960 г.	Аккумуляторная лампа, работала по принципу накопления энергии.	Только освещение	

Оборудование	Годы применения	Особенности конструкции	Предназначение	Внешний вид
Интерферометр (ШИ10/11)	60-е годы XX в.	Предназначены для определения содержания метана и углекислого газа в рудничном воздухе, где максимальное содержание газов (местные скопления) допускается до 6%.	Только контроль метана	
Шахтный головной аккумуляторный светильник с лампой накаливания (ЛАГ-1) и (ЛАС-6) с люминесцентной лампой	60-е годы XX в.	Применяются как надежный источник индивидуального освещения в сложных и опасных условиях шахт, опасных по газу и пыли.	Только освещение	
Метанометр (МРП-1)	80-е годы XX в.	Позволяет непрерывно автоматически измерять объемную долю метана в воздухе, показывать цифровую индикацию измеряемой величины и выдавать звуковую и световую сигнализацию при достижении установленного значения объемной доли метана	Только контроль метана	
Светильник головной шахтной серии СМГВ	Начало XXI в.	Имеет встроенный радиосигнализатор предназначенный для обеспечения индивидуального подземного аварийного оповещения и персонального вызова шахтеров и также имеет встроенный метансигнализатор, который дополнительно обеспечивает сигнализацию при достижении концентрации метана выше установки срабатывания.	Освещение, контроль метана и определение местонахождения шахтера	

Дальнейшие опыты показали, что наиболее чувствительным к наличию метана является пламя спирта. Это наблюдение использовал немецкий горный инженер Пиллер (*Pieler*), сконструировавший в 80-х годах XIX века индикаторную лампу, носящую его имя — индикатор Пиллера. Такая лампа широко использовалась на шахтах Германии и Франции, однако имела целый ряд недостатков (при концентрации метана более 3% лампа сильно разогревалась, а высота пламени достигала крышки лампы).

Недостатки индикаторной лампы Пиллера попытался устранить горный инженер Шено (*Chesneau*) — член французской комиссии по исследованию рудничного газа. Конструкция лампы Шено отличалась тем, что приток шахтного воздуха в лампу и выход из нее продуктов горения происходили разными путями, так что, в отличие от лампы Пиллера, они не смешиваются. Это, во-первых, препятст-

вовало сильному нагреванию лампы, во-вторых — приводило к уменьшению высоты пламени, что позволяло применять индикатор для определения больших (до 6%) концентраций метана. [5,6,7,8].

Лампа Вольфа послужила прототипом предохранительной бензиновой лампы «Свет шахтёра», применявшейся у нас для замера концентраций метана вплоть до 60-х годов XX века.

В начале XX века, параллельно применялись два образца ламп. ЛБШ — лампа бензиновая шахтная и первые аккумуляторные лампы. Аккумуляторная лампа, работала по принципу накопления энергии, с целью последующего ее использования только для освещения. Бензиновая лампа ЛБШ уже не использовалась для освещения и применялась только в качестве индикатора для замера газов в подземных выработках. С ее помощью определялось не только наличие, но и примерное количественное содержание метана в рудничной атмосфере. И для аккумуляторной и для бензиновой лампы основной целью являлось освещение, но лишь ЛБШ использовали также и для определения содержания метана в рудничном воздухе. Уже к началу 60-х годов XX века лампы ЛБШ заменили шахтные газоанализаторы (или интерферометры). Интерферометры типа ШИ-10/11 предназначены для определения содержания метана и углекислого газа в рудничном воздухе действующих проветриваемых горных выработок шахт, где максимальное содержание углекислого газа или метана (местные скопления) допускается до 6%. Применяются для контроля рудничной атмосферы при ведении горноспасательных работ, в трубопроводах шахтных и дегазационных системах, в колодцах, промышленных котлах и резервуарах. Аккумуляторная лампа применялась для освещения в рудничной среде, до тех пор, пока их уже не заменили «Шахтерские фонари» или они же «коногонки». Так простонародно называли шахтеры шахтные светильники, которые современный вид приобрели в 1952 году, когда на заводе «Свет Шахтёра» было организовано специальное конструкторское бюро. С 1960 года завод освоил выпуск новых шахтёрских ламп.

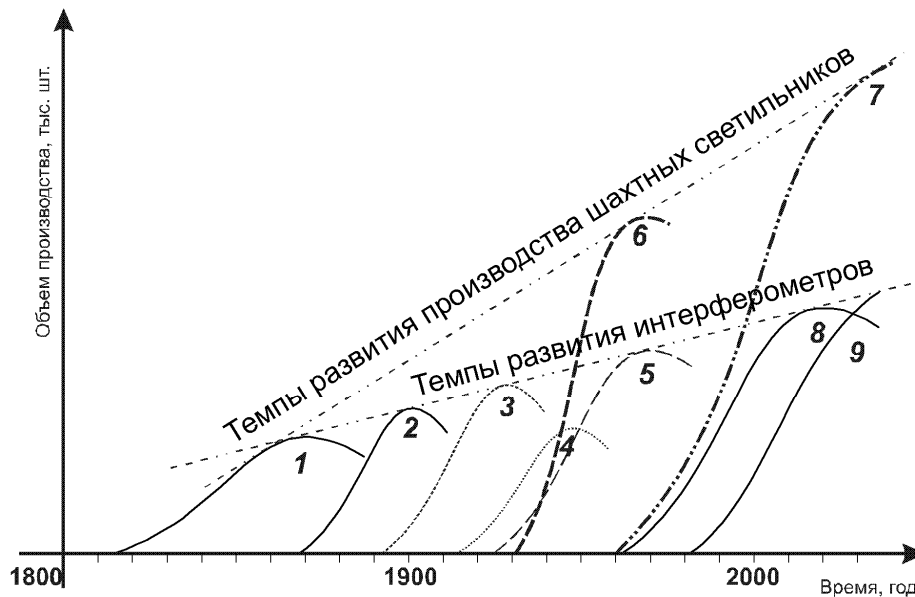
И теперь уже новая «коногонка» стала главным традиционным источником света для шахтёров. Со временем светильники совершенствовались, но конструкция их пока остаётся неизменной. Светильники шахтные головные индивидуальные аккумуляторные применяются как надежный источник индивидуального освещения в сложных и опасных условиях шахт, опасных по газу и пыли. [10].

В настоящее время для определения концентрации метана в рудничной атмосфере продолжают применяться интерферометры типа ШИ-11. Однако более современной и прогрессивной информационной системой являются метанометры рудничные переносные МРП-1. Они предназначены для непрерывного автоматического измерения объемной доли метана в воздухе, цифровой индикации измеряемой величины и выдачи звуковой и световой сигнализации при достижении установленного значения объемной доли метана. [5,6,8,10].

Совместим на графике жизненные циклы всех рассмотренных технических систем, рис. 1, которые использовались в шахте для освещения и контроля содержания метана в воздухе.

Как видно из рис. 1, технические системы возникали последовательно, т.е. возникновение новой технической системы приводило к постепенному прекращению существования старой. Если на графиках соединить точки максимального использования технической системы то, получается зависимость, благодаря которой можно прогнозировать тенденции в изменении темпов потребления технической системы в будущем. Помимо того, проанализировав продолжительность существо-

вания каждой технической системы можно установить закономерности, которые также можно будет использовать для прогноза будущих событий. [4,9].



- 1 — лампа Дэви; 2 — лампа Пиллера; 3 — лампа Шено; 4 — лампа Вольфа; 5 — ЛБШ;  
6 — аккумуляторные лампы; 7 — шахтный аккумуляторный светильник;  
8 — интерферометр; 9 — метанометр

Рисунок 1 — Жизненные циклы технических систем, которые использовались в шахте для освещения и контроля содержания метана в воздухе

**Выводы.** Анализ примеров эволюции информационных систем для контроля содержания метана в рудничной атмосфере показал, что:

1. Изучение истории развития тех или иных технических систем позволяет выявить общие закономерности в их эволюции, которые можно использовать для прогнозирования наиболее перспективного направления их развития и определения количества их использования в будущем.

2. Исключение ошибок прогнозов и повышение надежности прогнозирования темпов развития технической системы позволит разработку методики систематизированного ее изучения, которая поможет установить этапы эволюции конкретной технической системы и закономерности данного процесса.

3. Результаты таких прогнозов можно использовать для планирования новых направлений научных исследований, планирования ассортимента и мощности заводов, производящих технику и оборудование для шахт, а также учитывать выявленные тенденции и закономерности эволюции для более точного проектирования реконструкции старых шахт и строительства новых шахт, в смысле принятия правильных решений относительно того, какое горное оборудование будет интенсивно использоваться в будущем для ведения горных работ.

### Список использованной литературы

1. Альтшуллер Г.С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач / Г.С.Альтшуллер. — Новосибирск: Наука, 1986. — 209 с.
2. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука / Г.С.Альтшуллер. — М.: Сов. Радио, 1979 — 176 с.

3. Сапицкий К.Ф. Основы научно-технического творчества молодежи. / К.Ф.Сапицкий, И.Ф.Ярембаш, В.Ф.Андрушко и др.; Под ред. Б.Т.Пономаренко. — К.: УМК ВО, 1993. — 184 с.
4. Рапацевич Е.С. Словарь-справочник по научно-техническому творчеству / Е.С.Рапацевич. — Мн.: ООО «Этоним», 1995. — 384 с.
5. Пантюхин В.П. Светильник шахтный / В.П.Пантюхин // Горная энциклопедия. / Гл. ред. Е.А.Козловский. — М.: Сов. Энциклопедия. Т.4. Ортин — Социосфера. 1989. С. 466–469.
6. Шахтные светильники. [Электронный ресурс]: Музей отрасли / Электронное периодическое издание "Отраслевой портал "Российский уголь". — Режим доступа: <http://www.rosugol.ru/museum/lamp.php>.
7. История горной промышленности США. [Электронный ресурс]: Фотогалереи — Режим доступа: <http://miningwiki.ru/wiki/>
8. Шахтерская лампа. История 28 декабря 2007 года. [Электронный ресурс]: Главная / Энциклопедия. — Режим доступа: <http://infodon.org.ua/pedia/188>.
9. Казуб Б.Н. Влияние истории эволюции шахтных технических систем на ускорение развития горной отрасли в будущем / Б.Н.Казуб, И.С.Костюк // Проблемы управления производственно-экономической деятельностью субъектов хозяйствования: Сб. научн. работ VI междунар. научн. конф. молод. уч. и студ., 19 апреля 2012 г., г.Донецк, ДонНТУ. — Т.1. — Донецк: ДонНТУ, 2012. — С. 252–258.
10. Орлов Н.В. Пособие по горноспасательному делу / Н.В.Орлов, М.Н.Судиловский — М.: Недра, 1976. — 220 с.
11. Воробьев Б.М. Основы Горного дела / Б.М.Воробьев, А.П.Бобылев; Под общ. ред. акад. А.М.Терпигорева. — М.: Углетехиздат, 1958. — 320 с.

Надійшла до редакції 28.03.2013

I.S. Kostyuk, B.N. Kazub  
Донецький національний технічний університет

#### ПРОГНОЗУВАННЯ НАПРЯМКІВ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПО РОЗРОБЦІ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ШАХТАРІВ.

Проаналізована історія еволюції технічних систем, які застосовувались на шахті, на прикладі вдосконалення технічної системи, використовуваної для освітлення і контролю метану, виділені етапи її розвитку і закономірності, які необхідно враховувати для прогнозування перспективних напрямів розвитку різних видів гірничого устаткування.

Ключові слова: шахта, технічна система, інформаційна система, закономірності розвитку, прогнозування, планування, шахтна лампа, шахтний світильник, інтерферометр.

I.S. Kostyuk, B.N. Kazub  
Donetsk National Technical University

Analyzed the history of the evolution of technical systems used at the mine, as an example to improve the technical system used to control lighting and methane distinguishes stages of its development and the laws that need to be used to predict future trends in the development of various types of mining equipment.

Keywords: mine, technical systems, information systems, patterns of development, forecasting, planning, mine bulb, mining lamp, the interferometer.