

Computer-Based Monitoring System of Lighting Appliance, Traffic Light and Electric Power Supply of Road Tunnels

Angel Pachamanov, Radko Sharkov, Alexander Atanasov, Victoria Semova

Информационно-управляваща система на осветлението, сигнализацията и електрозахранването на пътни тунели

Ангел Пачаманов, Радко Шарков, Александър Атанасов, Виктория Седова

Summary

Two-level monitoring automation system is described. Three controllers at each side of the tunnel provide monitoring of the electric lighting, traffic lights and the electric power supply of the tunnel. Computer-based monitoring terminal point is established at the second level aiming at coordination of the work and when necessary at monitoring the first level systems.

Увод

Пътните тунели са сложни съоръжения, при които се налага постоянен контрол над подсистемите, осигуряващи тяхната безопасна и икономична експлоатация. В единна информационно-управляваща система (ИУС) обикновено се свързват електрическото осветление, средствата за организация и безопасност на движението и електрозахранването на тунела. ИУС има за цел да:

осигури постоянен контрол на параметрите на подаваната електроенергия с оглед икономична експлоатация на осветителната уредба;

освободи персонала от маловажни задачи и осигури минимална вероятност за грешки от негова страна;

повиши оперативността на управлението като регистрира аварийните и оперативни прекъсвания и създаде условия за подобряване на експлоатацията.

Общата структурна схема на ИУС е показана на фиг.1. Тя се състои от следните функционални нива:

контролирани постове (КП);

линии за връзка;

пункт за управление (ПУ) с компютър.

Изградена е типична йерархична структура с две нива на автоматизирана система за управление (АСУ). На първото ниво КП управляват конкретни обекти на електрозахранването, електрическото осветление и сигнализационната уредба на тунела, както и по един мнемопанел във всяка подстанция. На второто ниво е ПУ с компютър, разположен в диспечерския пункт на тунела. Той координира работата и при нужда управлява всички контролирани постове.

При не-особено големите разстояния между КП и ПУ (20-1200 м) е избрана диспечерска система (ДС) осъществявана по вътрешна телефонна мрежа на промишлено предприятие, разработка на катедра "Електроснабдяване и електрообзавеждане" при Технически университет, София [2]. Линиите за връзка са усукани двойки от обикновен телефонен кабел, който се изтегля при телефонизацията на обекта. Двустранна връзка между ПУ и КП се осъществява чрез специални адаптери тип "токов кръг" (АТК1 и АТК2). АТК1 се свързва към серийния интерфейс RS232 на компютъра в ПУ и изпълнява функциите на концентратор, а АТК2 - към серийните комуникационни интерфейси (SCI) на микроконтролерите в КП. Осигурена е възможност за осъществяване на модемна връзка по външен телефонен канал с трето, по-високо йерархично ниво - регионален пункт за управление на движението.

Управление на осветлението

Основна задача на тунелното осветление е да гарантира добра видимост на обектите върху пътното платно в рамките на безопасното разстояние за спиране на моторното превозно средство (МПС). Характерните зони на пътен тунел са дадени на фиг.2. Най-тежката зрителна задача е различаване на обект на входа на тунела. Определяща е бързината, с която се извършва яркостната адаптация на водача при приближаване на тунела, за което основно значение има разпределението на яркостите в поле с ъглов размер около 20° (фиг.3). Адаптационната яркост в зоната на приближаване L_{20} се променя в широки граници в зависимост от сезона, метеорологичните условия и ориентацията на тунела (от 100 cd/m^2 до 5000 cd/m^2).

Входна информация за работата на КП2/КП6 (фиг.4) са естествената осветеност E_e , адаптационната яркост L_{20} , яркостта във входната зона L_{TH} и осветеността E_{in} .

Управлението на предпорталното осветление се извършва по ниво на естествената осветеност E_e ($20 \div 40 \text{ lx}$) и астрономически календар за настъпване на 5 lx (заложен в паметта на контролера за управление на осветлението). Ако фотопреобразувателят по някаква причина (например замърсяване) закъсне с отчитането на праговата осветеност управлението, макар и не толкова точно, се поема от часовникова програма по астрономически календар. Осветеността E_{in} се използва за приблизителна оценка на яркостта на платното във вътрешната зона на тунела.

Необходимата (изчислителната) яркост във входната зона $L_{\text{TH_изч}}$ се определя по линейна зависимост от текущата яркост $L_{20 \text{ ТЕК}}$. Тя трябва да бъде по-висока от $R \cdot L_{20 \text{ ТЕК}}$, където R приема стойности от 0.015 до 0.1 в зависимост от вида на осветлението, интензивността на трафика през тунела и разрешената скорост на движение [1].

Поради трудното управление на потока на газоразрядните лампи все още управлението на осветлението във входната и преходната зони се извършва на степени в зависимост от стойността на адаптационната яркост $L_{20 \text{ ТЕК}}$. За да се отчете състоянието на настилката във входната зона и наличието на неработещи осветители контролерът поддържа минимална разликата ($R \cdot L_{20 \text{ ТЕК}} - L_{\text{TH_ТЕК}}$). Текущите стойности на яркостта $L_{20 \text{ ТЕК}}$ в зоната на приближаване и на яркостта $L_{\text{TH_ТЕК}}$ във входната зона на тунела постоянно се измерват от два яркомера. Първият е закрепен на стълб с височина $3 \div 4 \text{ m}$ встрани от пътя на едно спиращо разстояние пред портала на тунела, а вторият - на същата височина на стената, в началото на входната зона.

Избраните зони на нечувствителност при включване и изключване на различните нива на осветление са 50% от разликите в необходимите яркости на настилката за съответните степени на осветление през деня, т.е. $\Delta L_{\text{ВКЛ}_i} = 0,5 \cdot (L_{\text{TH_изч}_i} - L_{\text{TH_изч}_{i+1}})$ и $\Delta L_{\text{ИЗКЛ}_i} = -0,5 \cdot (L_{\text{TH_изч}_i} - L_{\text{TH_изч}_{i-1}})$. Например, ако осветлението работи на втора степен и $(R \cdot L_{20 \text{ ТЕК}} - L_{\text{TH_ТЕК}}) > 0,5 \cdot (L_{\text{TH_изч}_1} - L_{\text{TH_изч}_2})$ следва превключване от втора на първа степен (по-висока яркост на настилката); ако $(R \cdot L_{20 \text{ ТЕК}} - L_{\text{TH_ТЕК}}) < -0,5 \cdot (L_{\text{TH_изч}_2} - L_{\text{TH_изч}_3})$ осветлението се превключва от втора на трета степен (по-ниска яркост на настилката). Системата игнорира краткотрайните изменения на $L_{20 \text{ ТЕК}}$, предизвикани от затъмнение на слънцето от облаци, чрез осигурено закъснение по време (от 10 до 30 минути в зависимост от часа на деня, в който се е случило).

Управлението на осветлението на двата входа на тунела се извършва от два идентични контролера, разположени в двете подстанции. Контролерите са изградени на модулен принцип. Платка "Процесор" съдържа микроконтролер MC68HC11A8 (Motorola), постоянна памет (EPROM 16 kB), оперативна памет (RAM 16 kB), часовник за реално време MC68HC68T1 (Motorola) и захранващ блок. Връзката с ПУ е чрез SCI на MC68HC11A8 с адаптер тип "токов кръг". Интерфейсната платка за периферните устройства е с периферен

интерфейсен адаптер (PIA). Изводи на PIA се използват за управление на транзисторни ключове, разположени на платка "Терминална", както и за контрол на контакти на релета и контактори [3].

Управляващата програма работи в безкраен цикъл. В него са включени:

- ◆ подпрограма за събиране на информация от датчиците;
- ◆ подпрограма, установяваща на коя степен трябва да работи осветлението;
- ◆ подпрограма за подаване на управляващите въздействия към контакторите;
- ◆ функция за следене на прекъсване по сериен интерфейс SCI.

Управление на сигнализацията

Подсистемата за управление на светещите знаци, светофарите и оповестителните устройства има за задача да осигури условия за безопасно преминаване на МПС през тунела.

Входна информация за КПЗ и КП7 (фиг.5) са:

- ◆ сигнали от датчици за концентрация на въглероден окис и дим, разположени на 60-100 м от входа и изхода на всяка тръба;
- ◆ сигнали от датчици за посока и скорост на вятъра;
- ◆ сигнали от 8 транспортни детектора за регистриране на брой МПС влизащи и излизащи от тунела;
- ◆ диспечерски команди от пункта за управление или ръчно задаване на режим за движение от пултове при двата входа на тунела.

На базата на тази информация контролерите формират управляващи въздействия за включване или изключване на групи светещи знаци, светофари и устройства, осигуряващи четири режима на движение:

I-ви режим: движение в двете платна през всяка тунелна тръба;

II-ри режим: движението е затворено и в двете тунелни тръби;

III-ти режим: движението е затворено в една от двете тунелни тръби;

IV-ти режим: движението е затворено в една лента в една от тръбите.

В аварийен режим светофарната и звуковата алармена система задейства:

- ◆ автоматично при задействие на пожароизвестител в съответната тунелна тръба;
- ◆ автоматично при превишаване на съдържанието на СО във въздуха на тунелната тръба (>200 PPM);
- ◆ по диспечерски сигнал от ПУ в случай на произшествие в една от тунелните тръби, което налага спиране на движението;
- ◆ ръчно от защитен със стъкло бутон, разположен при входа на тунелната тръба.

Апаратната част на контролерите за управление на сигнализацията не се различава съществено от тази на контролерите за управление на осветлението. Терминалната платка е с повече изводи за управление.

Програмно осигуряване е съобразено с режимите на пропускане през тунела. Особено тук е необходимостта от координиране на работата на двата контролера, което се осъществява от компютъра в ПУ. Ръчно телемеханично управление може да се осъществи чрез избор на режим от един от изнесените пултове при входовете на тунела.

С най-висок приоритет са получените сигнали за аварийни ситуации: пожар, високо съдържание на СО, отпадане на електрозахранване. Втори по приоритет са заявките от пултовете за местно управление. Диспечерско телеуправление на светофарите от ПУ е възможно ако липсват заявки от горния вид. Всяка смяна на режимите е съпроводена с включване на жълти светофари.

По време на изпълнението на главната програма се получават прекъсвания от преминаване на автомобили над транспортните детектори. Тогава се стартира подпрограма "броене". Ако се регистрира голяма разлика между влезли и излезли за съответната лента или тръба автомобили е предвидено софтуерно прекъсване, при което следва затваряне на лентата или на цялата тръба.

Програмно осигуряване на системата

Съществуват множество развойни среди, осигуряващи създаването на приложения, отговарящи на нуждите на оперативното управление. Такива са MS Visual C++, MS Visual Basic, Power Builder, Borland C++ Builder, Borland Delphi и др. Конкретното приложение е разработено на езика Borland Delphi.

Програмното осигуряване (ПО) на всяка ИУС се разделя на общо и специално. Общото се състои от стандартни програми за организация на работата на системата (програми за организация на изчислителните работи, драйвери, програми за вход-изход и др.). Специалното ПО е съвкупност от програми, реализиращи математически и логически методи, използвани при решаване на задачите на оперативното управление. Такива програми са:

- ◆ програми за автоматизиран обмен на информация;
- ◆ програми за обмен на диспечерска информация;
- ◆ програми за решаване на оптимизационни задачи;
- ◆ програми за информационен обмен с по-високо йерархично ниво;
- ◆ програми за решаване на задачи за отчетност и на планово-статистически задачи.

Първите три вида програми са в състава на програмното осигуряване на ПУ и КП, а последните два - само в състава на програмното осигуряване на компютъра в ПУ. Изброените програми се привеждат в действие от "Програма-диспечер", която е основна програма на специалното ПО. Тя непрекъснато си взаимодейства с операционната система на компютъра и има развита система от приоритети, в съответствие с които определя реда на решаване на задачите.

Оперативно управление

Под оперативно управление на енергийни обекти обикновено се разбира непосредственото управление на системите за енергоснабдяване, разпределение и потребление на енергия за даден потребител. То се осъществява на базата на постъпваща информация от устройства за измерване и контрол, по която се оценява работното състояние на контролираните системи и съответствието му със състоянието, необходимо за изпълнение на поставените цели.

Цифровият модел на текущия режим на подсистемите за енергоснабдяване, осветление и сигнализация се реализира в информационно-управляващия компютър в ПУ. Този модел непрекъснато се обновява на базата на информация, постъпваща от КП чрез устройствата на телемеханиката. Основните управляващи функции са предоставени на ниските нива на управление - контролерите в съответните КП. На информационно-управляващия компютър в ПУ са оставени координиращи функции и функции по обработка на статистическа информация с цел оптимизиране експлоатацията на подсистемите.

Анализът на състоянието на системите и изпращането на необходимите въздействия към обектите е свързано и с подходяща визуализация на обектите. *Най-удобна е визуализацията чрез дисплеи, тъй като в нормален режим на тях се изобразява най-същественото, а при извънредна ситуация - всички необходими подробности за намеса на диспечера с цел отстраняване на критичната ситуация.* От първостепенно значение е определянето на състава на данните, които ще се използват за задачите на управлението,

обемът на съхраняваната информация, обемът на обменяните данни с други йерархични нива и т.н.

Разглежданата ИУС е изградена чрез “декомпозиране” на цялостния обект на няколко по-малки и лесно поддаващи се на управление подобекти. Всеки от тези подобекти се разглежда като самостоятелно съществуваща единица за управление и контрол, имаща връзка с една или повече подсистеми от системата за оперативно управление.

Подсистема “Оперативно управление” изпълнява комплекс задачи, основно свеждащи се до централизирано диспечерско управление на осветителната, сигнализацията и оповестителната уредби, контрол на състоянието им (параметри и режими на работа), възможност за осъществяване на оперативни превключвания, предотвратяване на развитието на аварийна ситуация и т.н.

Обменът на информация между ПУ и КП се извършва с три вида съобщения:

- ◆ Телесинхронизация (ТСХ-00) - използва се за предаване на информация от ПУ към КП (до 32 байта) за нуждите на телевизуализацията (контролери на мнемопанели в двете подстанции), сверяване на часовниците в КП и др.п.;

- ◆ Телеизмерване и телесигнализация (ТИТС-01) - служат за получаване на стойността на определена величина, измервана в КП или за получаване на кодирана информация, свързана с режима на работа на съоръжение, управлявано от КП;

- ◆ Телеуправление (ТУЗ - 10-заявка за ТУ, ТУН - 11- нареждане за ТУ) - служи за осъществяване на превключване, след проверка за възможността му.

ИУС осигурява запис и съхранение на 100 събития - аварийни изключения на съоръжения, излизане на параметри от зададени граници и сигнализира за това на обслужващия персонал.

Основните подпрограми, с които се осъществява работата на ИУС са:

- ◆ подпрограми за динамична визуализация на състоянието на контролираните подсистеми;

- ◆ подпрограма за обмен на информация на ПУ с КП;

- ◆ подпрограма диспечер.

На фиг.6 и фиг.7 са дадени мнемосхемите на осветителната и светофарната уредби, изобразявани на екрана на компютъра в ПУ.

Подсистема “Планиране” е предназначена за решаване на организационно-управленски задачи, свързани с планиране на необходимите количества материали и енергия за нормалното функциониране на обекта. Типичната входна информация е планирания разход на материали и електроенергия за отделните дни, седмици и месеци на годината.

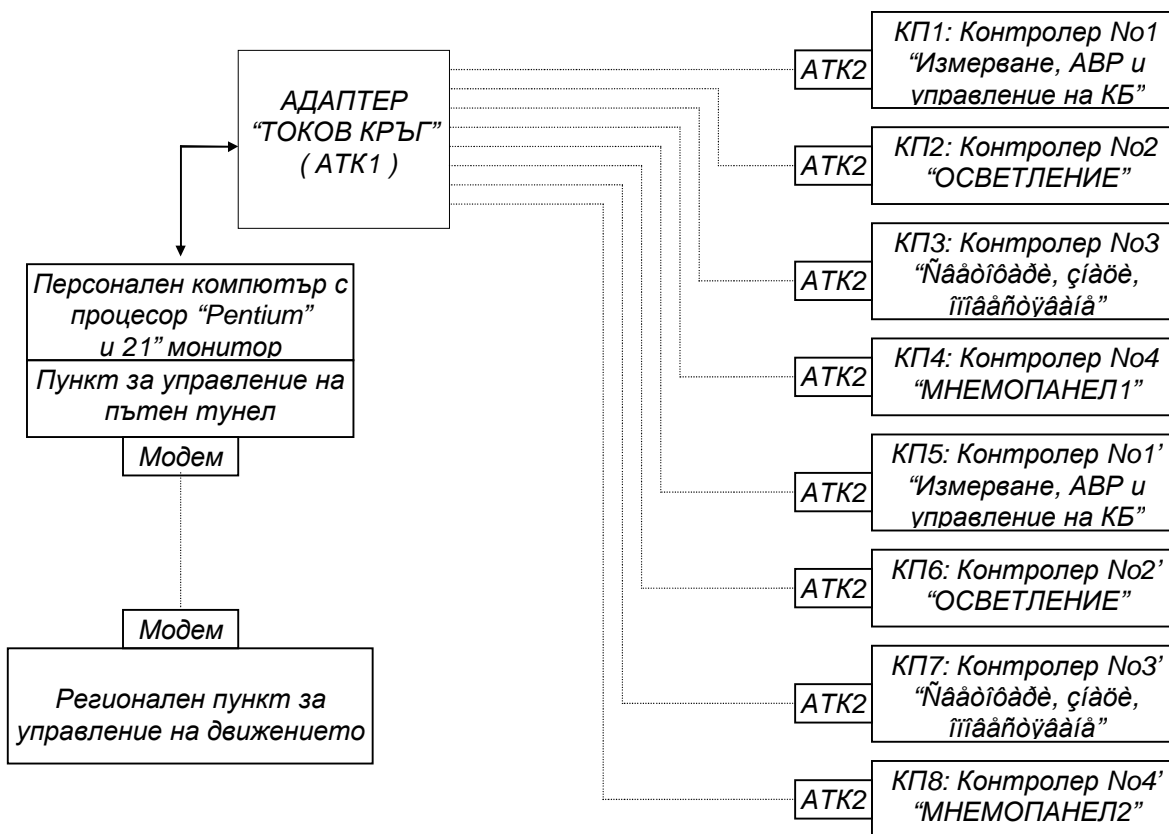
Подсистема “Отчетност” обхваща задачи, свързани с отчитане на нормалната работа на подсистемите на обекта: контрол на параметрите на постъпващата електроенергия, изчисляване на технико-икономически показатели на съоръженията (напр. съкращаване на живота на лампите вследствие повишено захранващо напрежение), моментна активна мощност на всяка подстанция (за оценяване на наличие на изгорели лампи или неработещи клонове от осветителната уредба), изразходвана електроенергия за ден, седмица, месец и година, фактор на мощността и съответстващи облекчения или санкции при заплащане на електроенергията, брой на МПС преминали през тунела в различни часове от денонощието и седмицата, изменение на съдържанието на СО във въздуха в денонощен, седмичен и месечен разрез и други характерни за този тип съоръжения величини. Изобразяването върху екран на някои от изброените по-горе величини е дадено на фиг.8. При избраните средства за комуникация периодичността на получаване на информация в ПУ е около 5 пъти в секунда. Резултатите се натрупват в дневни, седмични, месечни и годишни форми.

Литература

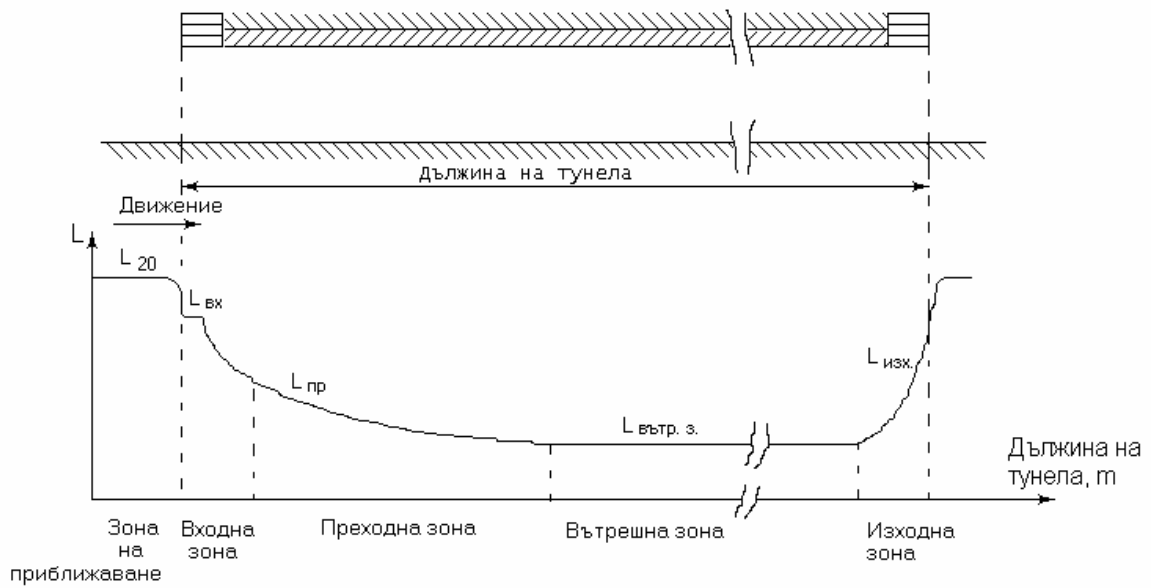
1. CIE Publication No 26/2 (1988). Guide for the Lighting of Road Tunnels and Underpasses
2. Пачаманов А.С. Метод и устройство за обмен на информация между пункт за управление и подчинени станции към енергообекти. Известия на ТУ-София, под печат
3. Пачаманов А.С. и к-в. Универсален контролер за управление и регистрация на електропотреблението от трансформаторен пост. "BALKAN-LIGHT'99", 6-8 окт. Варна, България

Автори:

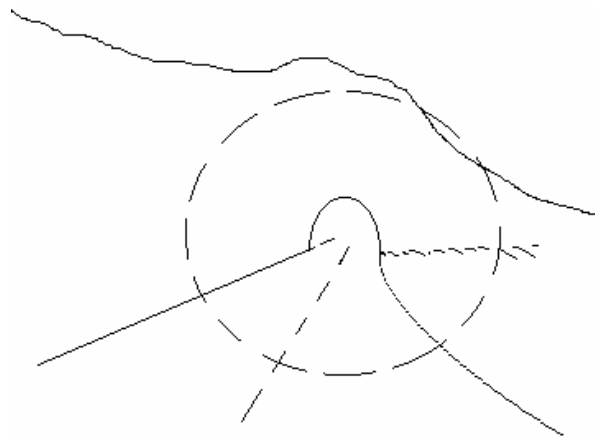
1. доц. д-р инж. Ангел Пачаманов, ТУ - София, Email: pach@vmei.acad.bg, тел. 88-43-51 (380)
2. инж. Радко Шарков, дипломант'99, Технически университет - София
3. инж. Александър Атанасов, дипломант'99, Технически университет - София
4. инж. Виктория Симова, дипломантка'99, Технически университет - София



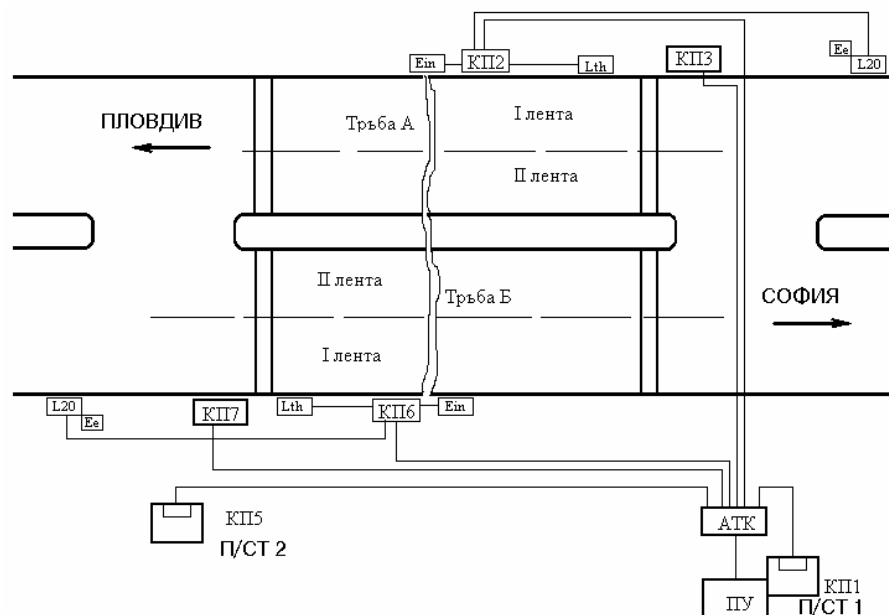
Фиг.1. Обща структурна схема на ИУС "ЕСОТТ"



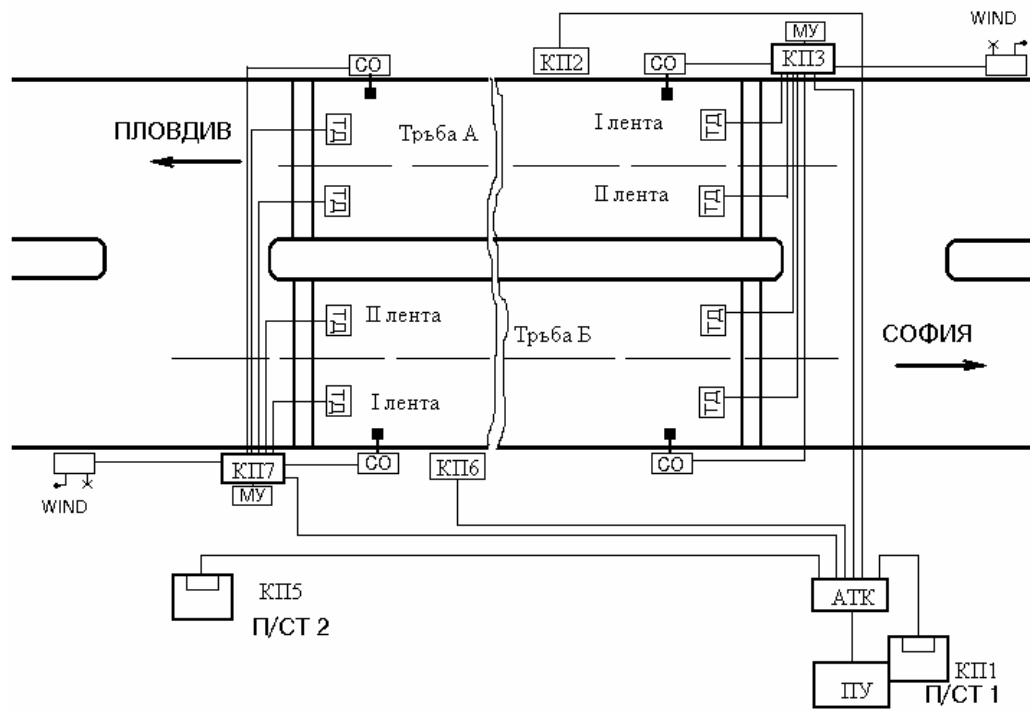
Фиг.2. Характерни зони на пътен тунел



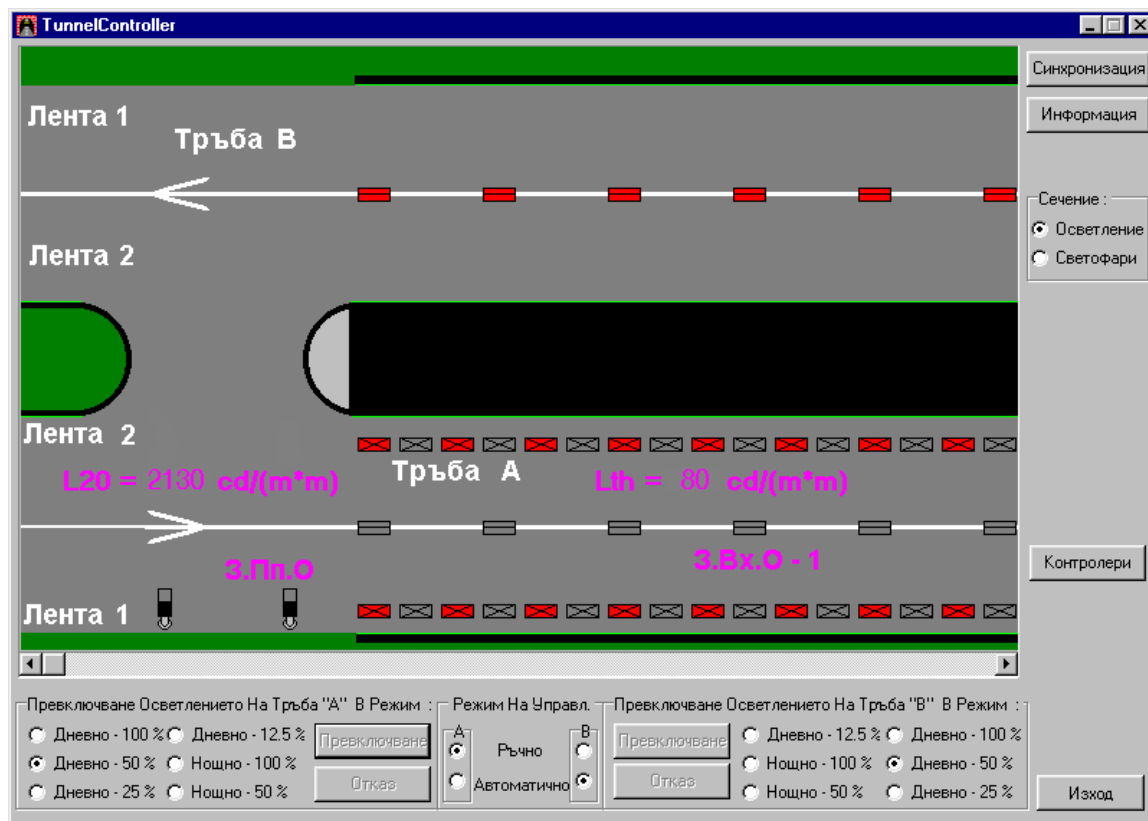
Фиг.3. Зона на приближаване и 20-градусово поле на наблюдение



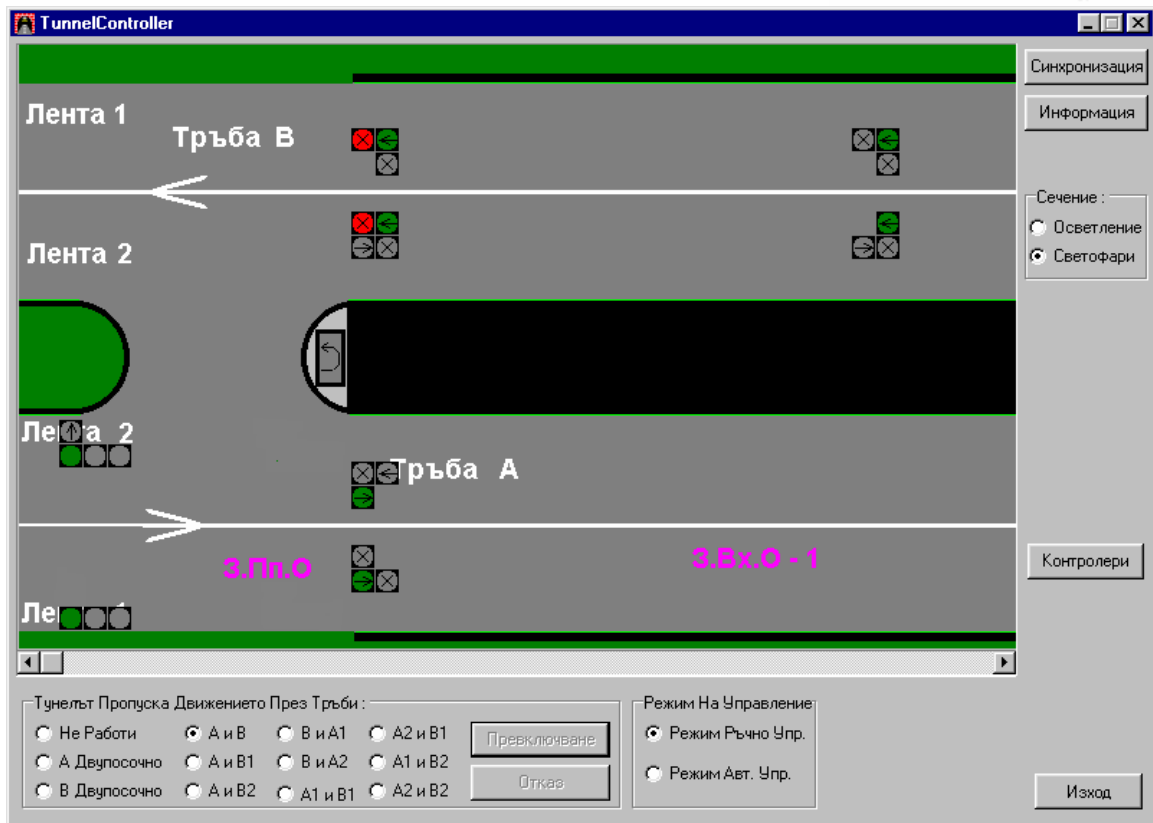
Фиг. 4. Разположение на устройствата за входяща информация към КП2 и КП6



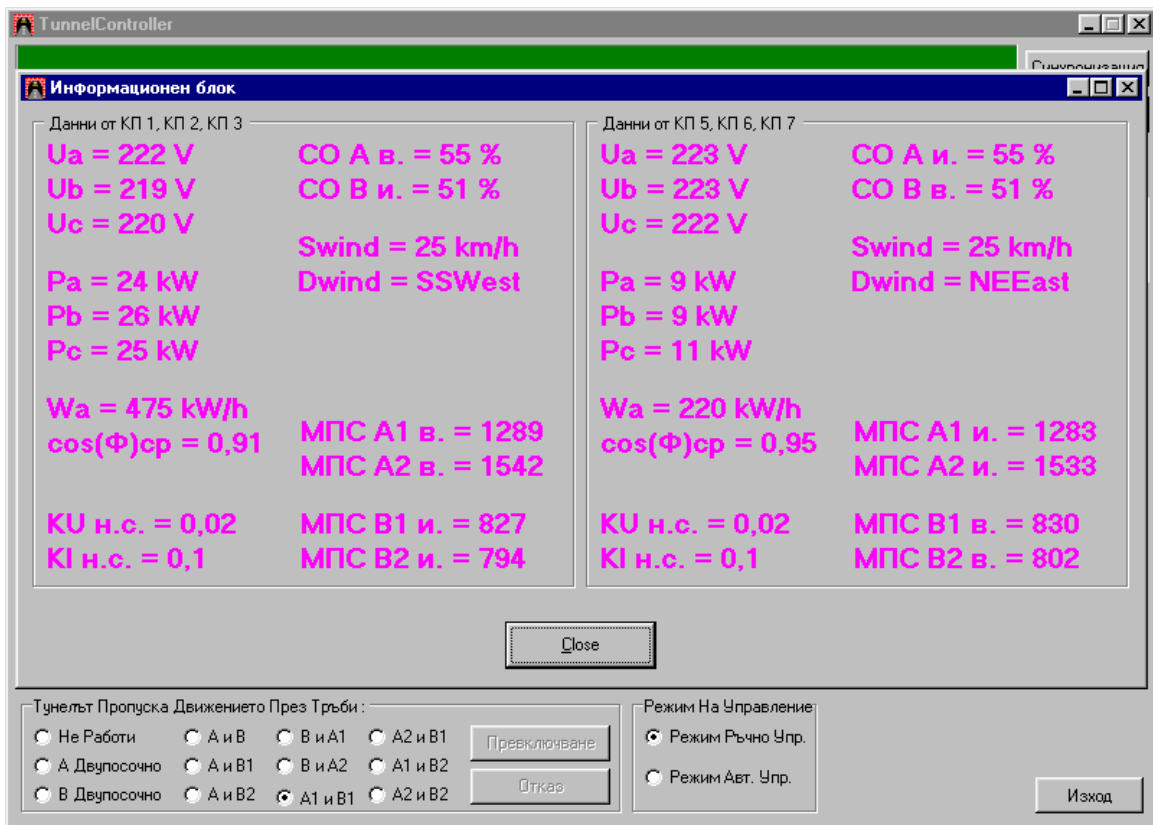
Фиг. 5. Разположение на устройствата за входяща информация към КП3 и КП7



Фиг. 6. Разпечатка на екрана за визуализация на осветителната уредба



Фиг. 7. Разпечатка на екрана за визуализация на светофарната уредба



Фиг. 8. Разпечатка на екрана за визуализация на важна информация

