

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОНІКИ І КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ**

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

**ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА
НА ТЕМУ:**

ЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА ВИМІРЮВАННЯ ТА ІНДИКАЦІЇ ВИТРАТ ПАЛИВА ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

ЗАВДУЮЧИЙ КАФЕДРИ

А.С. ОПАНАСЮК

КЕРІВНИК ПРОЕКТА

І.А. КУЛИК

КОНСУЛЬТАНТ

З ЕКОНОМІЧНОЇ ЧАСТИНИ

О.М. МАЦЕНКО

РОЗРОБИВ СТУД. ГР. КС.мз-71с

Д.В. КУШНІР

СУМИ 2018

ЗМІСТ

ВСТУП		5
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ Й ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ ПРОЕКТУВАННЯ		7
1.1 Призначення систем витрати палива і їхні функції		7
1.2 Основні принципи роботи інжекторного двигуна.....		10
1.3 Підходи до реалізації побудови пристрою індикації миттєвої витрати палива		20
1.4 Постанова завдання проектування розроблювального пристрою ...		21
2 РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ФУНКЦІОНУВАННЯ Й СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ПРОЕКТОВАНОГО ПРИСТРОЮ		23
2.1 Розробка алгоритму функціонування пристрою		23
2.2 Розробка структурної схеми проектного пристрою		25
3 РОЗРОБКА Й РОЗРАХУНОК ПРИНЦИПОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ ВУЗЛІВ І БЛОКІВ РОЗРОБЛЮВАННОГО ПРИСТРОЮ		29
3.1 Розробка функціональної схеми пристрою		29
3.2 Вибір елементної бази		32
3.3 Проектування принципової схеми блоку мікроконтролера.....		36
3.4 Проектування принципової схеми блоку стабілізації живлення		44
3.5 Проектування принципової схеми блоку зниження напруги		46
3.6 Проектування принципової схеми блоку індикації		50
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА		54
4.1 Класифікація витрат по способі переносу на собівартість продукції: прямі, непрямі.....		54

					ФЗ 8.171.00.04.424 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Кушнір Д.В.			Система вимірювання та індикації витрат палива транспортного засобу. Пояснювальна записка	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Кулик І.А.					3	92
Реценз.						СумДУ, КС.мз-71с		
Н. Контр.		Галич В.М.						
Утверд.		Опанасюк А.С.						

4.2	Розрахунок собівартості пристрою	60
4.2.1	Витрати на матеріали й комплектуючі	60
4.2.2	Витрати на основну заробітну плату	64
4.2.3	Додаткова заробітна плата	65
4.2.4	Відрахування у фонд соціального страхування	65
4.2.5	Витрати по змісту й експлуатації встаткування	66
4.2.6	Загальвиробничі витрати	66
4.2.7	Адміністративні витрати	67
4.2.8	Позавиробничі (комерційні) витрати	68
4.2.9	Повна собівартості продукції	68
4.2.10	Розрахунок ціни пристрою	69
	ВИСНОВКИ	72
	СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	74
	ДОДАТОК 1	

					ФЗ 8.171.00.04.424 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		4

ВСТУП

На практиці основну частину витрат, пов'язаних з експлуатацією транспортного засобу (ТЗ), складають витрати на паливо. У зв'язку із цим інформація про режим витрати палива, обсягах заправлень, поточному об'ємі палива є досить важливою й використовується для ведення статистичної й оперативної звітності, визначення собівартості перевезень й інших видів транспортних робіт, здійснення режиму економії споживаних нафтопродуктів і т.п.

По методу визначення розрізняють два види витрати палива: фактичний і нормований. При розрахунку витрати палива конкретним транспортним засобом необхідно враховувати велику кількість різноманітних експлуатаційних параметрів. У результаті обчислення витрати палива по нормативних документах не завжди дає точні результати. Практика показує, що невідповідність розрахункового значення витрати палива фактичному може досягати 10% для легкових і до 70% для вантажних транспортних засобів. У зв'язку із чим розробка й впровадження в експлуатацію систем контролю й індикації фактичної витрати палива є актуальним завданням.

Вимір фактичної витрати палива на ТЗ здійснюється з використанням витратомірів або рівнемірів, як правило, що складаються із двох основних модулів - первинного перетворювача (датчика) і модуля реєстрації, обробки, зберігання й передачі даних. Донедавна завдання фактичного контролю не мало широкого поширення, хоча певні роботи велися. Основна причина цього - складність апаратної реалізації другого функціонального модуля, тобто апаратури реєстрації, зберігання й дистанційної передачі даних.

Вимір поточної витрати палива й обчислення на його основі сумарного обсягу витраченого палива за допомогою витратоміра, що вбудовується в паливну систему ТЗ, характеризується високою вартістю, вимогами до чистоти палива, залежністю показань від фізико-хімічних властивостей

палива й рядом інших факторів, які стримують поширення даного способу контролю витрати палива.

Альтернативним способом є вимір витрати палива з використанням рівнемірів, що вимірюють рівень палива в баку ТЗ. Витрати палива розраховується виходячи з габаритних розмірів бака й значень виміряного рівня палива. При цьому як датчик може використатися серійний (передбаченою конструкцією автомобіля) датчик, або встановлюється спеціальний датчик рівня палива. Інформація обробляється модулем контролю. Даний спосіб дозволяє здійснювати контроль витрати палива без внесення конструктивних змін й є найбільш простим і дешевим з погляду реалізації, тому що для одержання результату потрібно лише укомплектувати автомобіль модулем контролю. Це найбільш дешевий і простий шлях рішення завдання контролю витрати палива, що знаходить все більше поширення.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ Й ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1 Призначення систем витрати палива і їхні функції

На практиці основну частину витрат, пов'язаних з експлуатацією транспортного засобу (ТЗ), складають витрати на паливо. У зв'язку із цим інформація про режим витрати палива, обсягах заправлень, поточному об'ємі палива є досить важливою й використовується для ведення статистичної й оперативної звітності, визначення собівартості перевезень й інших видів транспортних робіт, здійснення режиму економії споживаних нафтопродуктів і т.п.

По методу визначення розрізняють два види витрати палива: фактичний і нормований. При розрахунку витрати палива конкретним транспортним засобом необхідно враховувати велику кількість різноманітних експлуатаційних параметрів. При цьому існує ряд параметрів, - контролювати які досить складно. Тому такі параметри, як профіль дороги, якість дорожнього покриття, Рисунок і стан протектора автомобільних шин, погодно-кліматичні умови, технічний стан транспортного засобу й т.п., ураховуються досить рідко. На практиці використовуються тільки основні: пробіг автомобіля, маса вантажу, сезонні зміни витрати палива. У результаті обчислення витрати палива по нормативних документах не завжди дає точні результати. Практика показує, що невідповідність розрахованих витрати палива фактичному може досягати 10% для легкових і до 70% для вантажних транспортні засоби. У зв'язку із чим розробка й впровадження в експлуатацію систем контролю й індикації фактичної витрати палива є актуальним завданням.

Вимір фактичної витрати палива на ТЗ здійснюється з використанням витратомірів або рівнемірів, як правило складаються із двох основних

модулів - первинного перетворювача (датчика) і модуля реєстрації, обробки, зберігання й передачі даних. Донедавна завдання фактичного контролю не одержало широкого поширення, хоча певні роботи велися. Основна причина цього - складність апаратної реалізації другого функціонального модуля, тобто апаратури реєстрації, зберігання й дистанційної передачі даних.

Вимір поточної витрати палива й обчислення на його основі сумарного обсягу витраченого палива за допомогою витратоміра, що вбудовується в паливну систему ТЗ, характеризується високою вартістю, вимогами до чистоти палива, залежністю показань від фізико-хімічних властивостей палива й рядом інших факторів, які стримують поширення даного способу контролю витрати палива.

Альтернативним способом є вимір витрати палива з використанням рівнемірів, що вимірюють рівень палива в баку ТЗ. Витрата палива розраховується виходячи з габаритних розмірів бака й значень обмірюваного рівня палива. При цьому як датчик може використатися серійний (передбаченою конструкцією автомобіля) датчик, або встановлюється спеціальний датчик рівня палива. Інформація обробляється модулем контролю. Даний спосіб дозволяє здійснювати контроль витрати палива без внесення конструктивних змін й є найбільш простим і дешевим з погляду реалізації, тому що для одержання результату потрібно лише укомплектувати автомобіль модулем контролю. Це найбільш дешевий і простий шлях рішення завдання контролю витрати палива, що знаходить все більше поширення.

Системи контролю витрати палива (СКВП) і моніторингу транспорту мають різнобічне застосування й вирішують величезний набір завдань, зв'язаних із засобами пересування.

Можна виділити 4 основні функції системи, кожна з яких буде важлива для якогось певного виду техніки:

1. Функція обліку

Завдяки роботі СКВП і систем моніторингу ви завжди будете знати, скільки палива затратила при роботі ваша техніка, яку відстань вона пройшла і яку кількість рейсів зробила. Контроль над фактичними витратами ресурсів виключить можливості зливів палива й «лівих» рейсів, якими часто грішать несумлінні або над міру заповзятливі співробітники. Маючи на руках конкретні цифри від СКВП, ви одразу помітите, як скоротяться витрати на паливо й час на виконання рейсів. Крім того, всі отримані дані можна використати для комерційного обліку й занесення в бухгалтерські відомості.

2. Охоронна функція

Якщо на автомобіль встановлена система моніторингу транспорту, то за допомогою web-інтерфейсу (це може бути навіть стільниковий телефон або КПК) ви завжди будете знати, де ваша машина й що з нею відбувається, при цьому можна прив'язати систему до спрацьовування певних датчиків (сигналізації, відкриття дверей і т.д.).

Крім того, в автомобіль можна встановити тривожну кнопку з виводом сигналу на пульт в охоронній компанії. При її спрацьовуванні охоронці оперативно виявляться на місці події.

3. Оперативна диспетчерська функція

На підприємствах, де задіяна велика кількість транспорту, а завдання можуть по кілька разів мінятися протягом зміни або навіть години, СКВП і система моніторингу дозволяють бачити місце розташування транспорту в режимі реального часу, для того щоб диспетчер міг оперативно зреагувати й внести корективи в роботу.

4. Аналітична функція

Роль СКВП в аналізі ефективності застосування машин і механізмів складно переоцінити. Дані, які система моніторингу одержує від усіляких датчиків і витратомірів із прив'язкою до параметрів руху, дозволяють аналітикам скласти повну картину того, скільки палива й електроенергії затратив той або інший механізм при роботі на конкретній ділянці, яка в

нього при цьому була швидкість і скільки часу зайняла робота. Зібрані дані наочно демонструють ефективність застосування різних видів техніки на обраному фронті робіт, а так само допомагають у складанні схем найбільш вигідного й економічного використання машинного парку.

Установити СКВП і систему моніторингу можна практично на всіх видах автомобільного транспорту: на легкових автомобілях, автобусах, вантажівках, тракторах, снігоприбиральній і сільськогосподарській техніці, будівельних кранах, екскаваторах й інших механізмах.

Нижче представлені основні напрямки впровадження СКВП і систем моніторингу:

- особистий транспорт, легкові автомобілі;
- швидка допомога й оперативні служби;
- служби таксі;
- ЖКГ і дорожньо-будівельні керування (снігоприбиральна техніка, асфальтоукладальники, техніка для дорожніх робіт);
- пасажирські перевезення;
- вантажоперевезення;
- робота самоскидів;
- контроль вивезення й заготівлі лісу;
- будівельна техніка (крани, екскаватори, бетономішалки);
- кар'єрна техніка;
- робота спец. техніки й механізмів.

1.2 Основні принципи роботи інжекторного двигуна

Оскільки на сьогоднішній день інжекторна система подачі палива практично повністю замінила застарілу карбюраторну систему, а також розроблювальна система буде призначена для використання в транспортних засобах з інжекторним двигуном.

Адже інжекторні двигуни покращують потужності та експлуатаційні показники автомобіля, наприклад, динаміку розгону, паливний витрата, екологічні показники та ін. Виявлено, що інжекторний двигун довгий час дотримується високі екологічні стандарти без будь-яких ручних регулювань. Це можливо завдяки системі самонастроювання за даними з кисневого датчика.

Основні принципи: у двигунах такого типу подача палива в повітряний потік проводиться спеціальними форсунками. Останні можуть бути розташовані на впускному колекторі (замість карбюратора), тоді мова йде про систему «моновприск». Або ж форсунки знаходяться неподалік від впускного клапана (у впускному колекторі) кожного з циліндрів, тоді говорять про систему «розподілене впорскування», синонім «багатоточковий колекторний впорскування». Якщо форсунки розташовані в головці циліндрів, впорскування проводиться в камеру згоряння, і таку систему називають «прямим впорскуванням».

До форсунок подача палива здійснюється під тиском. З бортового комп'ютера автомобіля в певні моменти часу імпульси струму, що служать сигналом до відкриття форсунки. Тривалість імпульсу струму визначає обсяг впорскнутого палива. В свою чергу тривалість подачі струму розраховується на підставі даних, отриманих з датчиків, що контролюють параметри двигуна. Серед маси таких параметрів, основними є обороти і температура двигуна, інформація про кут відкриття дросельної заслінки, про розрідженні в задроссельному просторі, а також про витраті повітря [9].

В сучасному двигуні розміщено велику кількість датчиків, що дає можливість оптимізувати роботу двигуна. Існують і інші конструкції інжекторних двигунів з уприскуванням. Так, наприклад, відомий двигун такого типу, який управляється механічними пристроями. Управління таким уприскуванням, в загальних рисах, полягає в дозуванні обсягу палива з допомогою спеціального клапана. У свою чергу клапан керується системою

важелів, що приводиться в дію повітряним потоком: на шляху потоку знаходиться легка «тарілочка». До теперішнього часу механічно керовані вприски практично повністю витіснені електронно керованими вприсками.

До переваги інжекторних двигунів слід віднести:

- знижена витрата палива;
- найкраща динаміка розгону;
- зниження кількості шкідливих викидів;
- стабільність функціонування.

Параметри електронного уприскування здатні змінюватися буквально “на льоту”, адже управління відбувається програмно, і враховує велику кількість даних з датчиків одночасно. Крім того, електронна система вприскування адаптує програму роботи для кожного екземпляра мотора або підлаштовується під стиль водіння певним водієм.

Інжекторні двигуни мають наступні недоліки:

- дорожнеча ремонту і вузлів, наявність не підлягають ремонту елементів;
- необхідність використання якісного палива;
- необхідність спецобладнання для обслуговування, діагностики та ремонту.

Інжекторні системи паливного вприскування діляться на кілька підвидів:

- одноточковий уприскування (моновприск);
- розподілене уприскування;
- прямий (безпосередній) вприскування;

Такий поділ безпосередньо залежить від загальної кількості встановлених форсунок, а також від місця уприскування самого палива. Одноточкова система є найбільш ранньої розробкою і передбачає наявність лише однієї інжекторної форсунки у впускному колекторі. Іншими словами,

форсунка одна для всіх циліндрів двигуна. Дане рішення має ряд недоліків, що і призвело до її швидкого зникнення.

Наступним витком розвитку інжектора після моноприски стало розподілене уприскування, що означає наявність колектора і окремих форсунок, які встановлюються над впускним клапаном кожного циліндра. Безпосереднє впорскування палива є новітньою інжекторною системою. Принцип роботи полягає в тому, що форсунка встановлюється так, щоб подавати паливо прямо в циліндр двигуна (безпосередньо в камеру згоряння), а не в колектор. Місцем розташування форсунок в цій системі стали головки циліндрів. Дана система великою мірою нагадує принцип подачі палива і сумішоутворення в дизельних двигунах.

Також кожна з систем додатково ділиться на кшталт уприскування. Що стосується розподіленого уприскування, таке рішення може бути одночасним (всі форсунки впорскують пальне). Також впорскування може бути попарно-паралельним (форсунки відкриваються парами), коли одна форсунка починає відкриття перед уприскуванням палива, а інша перед тактом випуску. Також відзначається фазований уприскування (форсунка відкривається перед тактом впуску) і прямий впорскування безпосередньо в циліндр [39].

Пристрій інжектора передбачає в основі наявність наступних базових компонентів системи [39]:

- електронний блок управління (ЕБУ);
- електробензонасос;
- інжекторні форсунки;
- паливна рампа з регулятором тиску;
- електронні датчики температури, кута відкриття дросельної заслінки і

т.д.

Для кращого розуміння принципу роботи інжектора розглянемо, як компоненти системи взаємодіють між собою на прикладі поширеного типу інжекторних двигунів з багатоточковим розподіленим уприскуванням. Після повороту ключа запалювання харчування подається на електричний бензонасос, який знаходиться в паливному баку і занурений в пальне. Зазначений насос подає паливо в паливну магістраль під певним тиском. Інжекторніє форсунки встановлені в паливній рампі (рейці), через яку реалізований підведення палива до форсунок, а також здійснена фіксація самих форсунок на впускному колекторі. У рампі також встановлено регулятор тиску палива, який служить для підтримки різниці між тиском повітря від впуску і в самих інжекторах.

Завдяки встановленим датчикам електронної системи управління двигуном (ЕСУД) контролер ЕБУ отримує інформацію, на підставі якої вдається синхронізувати уприскування відповідно до режимів і умов роботи ДВС. Блок управління отримує свідчення від датчика температури двигуна, кисневого датчика, датчика детонації, датчика положення распредвала (датчика Холла) і датчика коленвала. Так вдається скорегувати кількість палива, що подається в кожен циліндр, гнучко і динамічно змінювати склад паливно-повітряної суміші і т.д.

Якщо сказати інакше, для точного впорскування палива необхідно подати пальне на форсунки під тиском, яке створює бензонасос в бензобаку. Далі ЕБУ посилає на форсунки керуючі імпульси. Дані імпульси змушують форсунку відкриватися на потрібний проміжок часу, який залежить від конкретного режиму роботи двигуна, навантаження на мотор, ступеня натискання на педаль газу і ряду інших чинників. Інформація про тривалість імпульсів на форсунки і потрібній кількості палива під час впорскування розраховується ЕБУ з урахуванням показань від електронних датчиків.

Для реалізації даної системи, необхідно мати уяву про принцип роботи інжектора. І принцип цей полягає в наступному:

Інжекторний двигун істотно поліпшує експлуатаційні й потужнісні показники автомобіля (динаміка розгону, екологічні характеристики, витрата палива).

Інжекторні системи подачі палива мають наступні основні переваги над карбюраторними [9]:

- точне дозування палива а отже, більш економна його витрата.
- зниження токсичності вихлопних газів. Досягається за рахунок оптимальності паливно-повітряної суміші й застосування датчиків параметрів вихлопних газів.
- збільшення потужності двигуна приблизно на 7-10%. Відбувається за рахунок поліпшення наповнення циліндрів, оптимальної установки кута випередження запалювання, що відповідає робочому режиму двигуна.
- поліпшення динамічних властивостей автомобіля. Система упорскування негайно реагує на будь-які зміни навантаження, коректуючи параметри паливно-повітряної суміші.
- легкість пуску незалежно від погодних умов.

У сучасних двигунах з упорскуванням для кожного циліндра передбачена індивідуальна форсунка. Всі форсунки з'єднуються з паливною рампою, де паливо перебуває під тиском, що створює електробензонасос. Кількість палива, що впорскує, залежить від тривалості відкриття форсунки. Момент відкриття регулює електронний блок керування (контролер) на підставі оброблюваних їм даних від різних датчиків [9].

Датчик масової витрати повітря служить для розрахунку циклового наповнення циліндрів. Вимірюється масова витрата повітря, що потім перераховується програмою в циліндрове циклове наповнення. При аварії датчика його показання ігноруються, розрахунок іде по аварійних таблицях.

Датчик положення дросельної заслінки призначений для розрахунку фактора навантаження на двигун і його зміни залежно від кута відкриття дросельної заслінки, обертів двигуна й циклового наповнення.

Датчик температури охолоджувальної рідини служить для визначення корекції подачі палива й запалювання по температурі й для керування електровентилятором. При аварії датчика його показання ігноруються, температура береться з таблиці залежно від часу роботи двигуна.

Датчик положення колінвалу (ДПКВ) служить для загальної синхронізації системи, розрахунків обертів двигуна й положення колінвалу в певні моменти часу. ДПКВ - полярний датчик. При неправильному включенні двигун заводиться не буде. При аварії датчика робота системи неможлива. Це єдиний "життєво важливий" у системі датчик, при якому рух автомобіля неможливо. Аварії всіх інших датчиків дозволяють своїм ходом добратися до автосервісу.

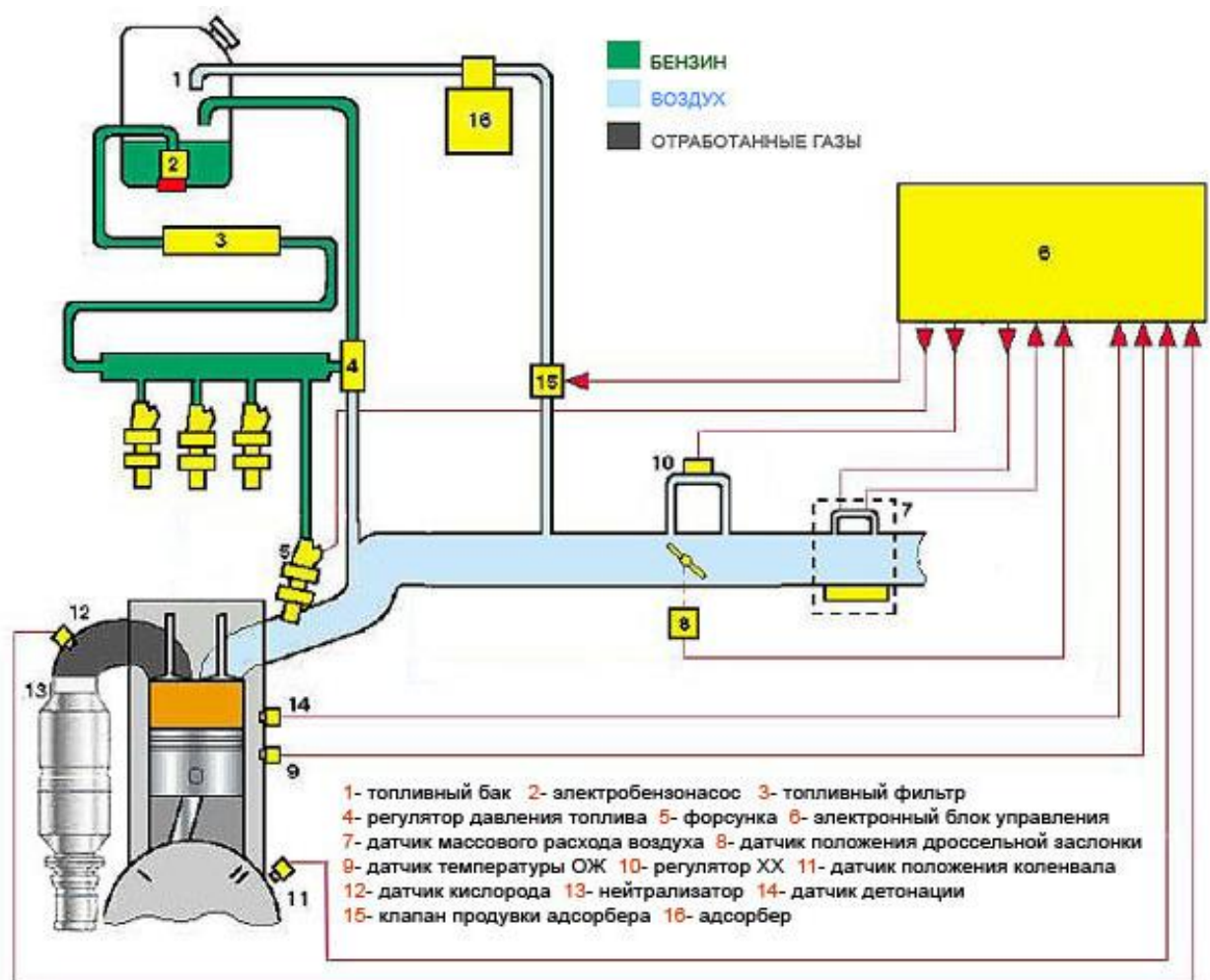


Рисунок 1.1 - Инжекторна система подачі палива

Датчик кисню призначений для визначення концентрації кисню в газах, що відпрацювали. Інформація, що видає датчик, використовується електронним блоком керувань для коригування кількості подаваного палива. Датчик кисню використовується тільки в системах з каталітичним нейтралізатором під норми токсичності Євро-2 й Євро-3 (у Євро-3 використовується два датчики кисню - до каталізатора й після нього).

Датчик детонації служить для контролю за детонацією. При виявленні останньої включає алгоритм гасіння детонації, оперативно коректуючи кут випередження запалювання. Тут перераховані тільки деякі основні датчики, необхідні для роботи системи. Комплектації датчиків на різних автомобілях залежать від системи упрорскування, від норм токсичності й ін.

За результатами опитування певних у програмі датчиків, програма здійснює керування виконавчими механізмами, до яких відносяться: форсунки, бензонасос, модуль запалювання, регулятор холостого ходу, клапан адсорбера системи вловлювання пар бензину, вентилятор системи охолодження й ін. (всі знову ж залежить від конкретної моделі) [9].

Із усього перерахованого, можливо, не всі знають, що таке адсорбер. Адсорбер є елементом замкнутого ланцюга рециркуляції парів бензину. Нормами Євро-2 заборонений контакт вентиляції бензобака з атмосферою, пари бензину повинні збиратися (адсорбуватися) і при продувці посилати в циліндри на допалювання. На непрацюючому двигуні пари бензину потрапляють в адсорбер з бака й впускного колектора, де відбувається їхнє поглинання. При запуску двигуна адсорбер по команді продувається потоком повітря, усмоктуваного двигуном, пари захоплюються цим потоком і допалюються в камері згоряння.

На впускному патрубку для кожного із циліндрів двигуна стоїть по одному інжектору, до якого підводиться паливо по паливній магістралі під тиском від 1 до 3 атмосфер. Коли на інжектор подається напруга, електромагніт усередині нього втягує запірну голку, дозволяючи паливу розприскуватися назовні через мікроскопічне сопло:

Оскільки кожен інжектор установлений неподалік від впускного клапана, він відкривається на якийсь час під час впускного такту відповідного циліндра. При цьому, чим довше імпульси, які бортовий комп'ютер подає на інжектори, тим довше інжектор залишається відкритим, і, тим самим, більше палива потрапляє у двигун, збільшуючи його потужність.

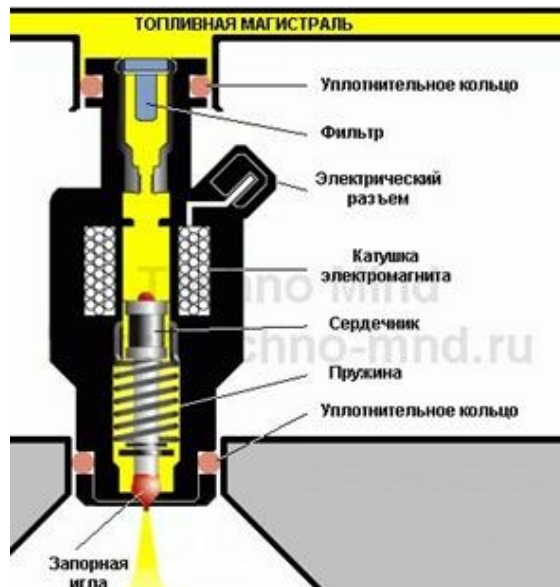


Рисунок 1.2 - Будова інжектора

На бортовий комп'ютер лягає завдання в реальному часі розраховувати довжину імпульсів й їхню частоту, щоб управляти кожним з інжекторів, для того щоб забезпечити оптимальні потужність і витрату палива, норми по токсичних викидах і т.д., а також захистити двигун від руйнівних перевантажень. Розрахунок тривалості імпульсів для кожного конкретного моменту часу й конкретних умов роботи ведеться по формулах і спеціальним заздалегідь готовим таблицям. У спрощеному виді формула для розрахунку виглядає як серія коефіцієнтів перемножених один на одного. Візьмемо для приклада розрахунок довжини імпульсу, ґрунтуючись на трьох параметрах (у реальній системі їх можуть бути десятки й у деяких випадках сотні):

$$L_{имп} = (\text{базова_довжина_імпульсу}) \cdot (\text{параметр_А}) \cdot (\text{параметр_Б})$$

Для розрахунку довжини імпульсу $L_{имп}$, бортовий комп'ютера бере значення базової_довжини_імпульсу із заздалегідь готової таблиці, оперуючи значеннями, отриманими з датчиків швидкості обертання й навантаження:

Скажемо, при швидкості обертання 2000 про/хв і навантаження 4 (яких-небудь одиниці) базова_довжина_імпульсу дорівнює 8 мілесекунам.

Скажемо що параметр_А залежить від температури двигуна, а параметр_Б від кількості кисню у вихлопних газах. Їхні значення також беруться із заздалегідь готових таблиць:

Допустимо температура дорівнює 100 і зміст кисню 3 (які-небудь одиниці). Тоді,

$$L_{имп} = (базова_довжина_імпульсу) \cdot (параметр_А) \cdot (параметр_Б) \\ = 8 \cdot 0.8 \cdot 1.0 = 6.4$$

Таким чином, у даних умовах у цей момент часу інжектор відкриється на 6.4 мілесекунди. Цей приклад дає розуміння про те, як бортовий комп'ютер корегує роботу двигуна в реальному часі.

На перший погляд реалізація поставленого завдання представляється не складною, використання “прогрес бара” просто вимірюючи довжину імпульсів - чим довше імпульс, тим більше заповнюється шкала. Але це не просто реалізувати через те, що довжина імпульсу може бути однаковою при різних обертах двигуна, а витрати при цьому будуть різними. Це тому, що хоч і довжини імпульсів (і, відповідно, кількість уприснутого палива) рівні, але при більших обертах самі імпульси слідуєть частіше - тобто падає шпаруватість, і тому в цілому витрати палива більші.

Тому для керування “прогрес баром” потрібно заміряти - скільки відкрита форсунка в одиницю часу й відповідно до зростання цього значення заповнювати шкалу.

Крім цього, оскільки, не знаючи абсолютного максимуму відкриття інжектора в одиницю часу на двигуні, вирішено реалізувати систему, що самонавчається, - кожний раз виявивши нове максимальне значення, система робить його новим максимумом (тобто коли “прогрес-бар” заповнений

повністю) і починає вести відлік щодо нього. При цьому значення максимуму буде зберігатися в енергонезалежній пам'яті, так що системі не потрібно буде навчатися щораз заново. Кнопка скидання максимуму передбачена.

Такий підхід також дозволить ставити систему на будь-який інший автомобіль без попередньої адаптації.

1.3 Підходи до реалізації побудови системи індикації миттєвої витрати палива

На багатьох сучасних транспортних засобах бортовий комп'ютер виводить на дисплей інформацію про витрату палива в сучасний момент часу. Причому інформація ця виводиться у двох видах - іноді в літрах на 100 км, але найчастіше в літрах у годину. Причому якщо перший показник досить зрозумілий і вичерпний, те другий сам по собі нічого не говорить - він приводить до необхідності дивитися на спідометр, обчислюючи, скільки ж літрів палива споживає двигун на 100 км пробігу в даному режимі. Що є не дуже зручним, при необхідності знати точну витрату палива. Але, навіть маючи на бортовому комп'ютері показник, що відображає витрата палива в літрах на 100 км, він є не досить інформативним і наочним при керуванні транспортним засобом, оскільки, цифровий вивід інформації не досить інформативний і зручний у сприйнятті, тому що він відволікає увагу водія від дороги. Можлива реалізація систем індикації зі збільшеними розмірами цифрових табло, але це потребуватиме реорганізації всієї приладової панелі, що виливається в невиправдані трудовитрати й втручання в автомобільну систему індикації.

Більше ж наочним і зручним рішенням пропонується використання світлодіодний «прогрес бар» (від англ. bargraph, progress indicator), що буде показувати витрату палива в одиницю часу.

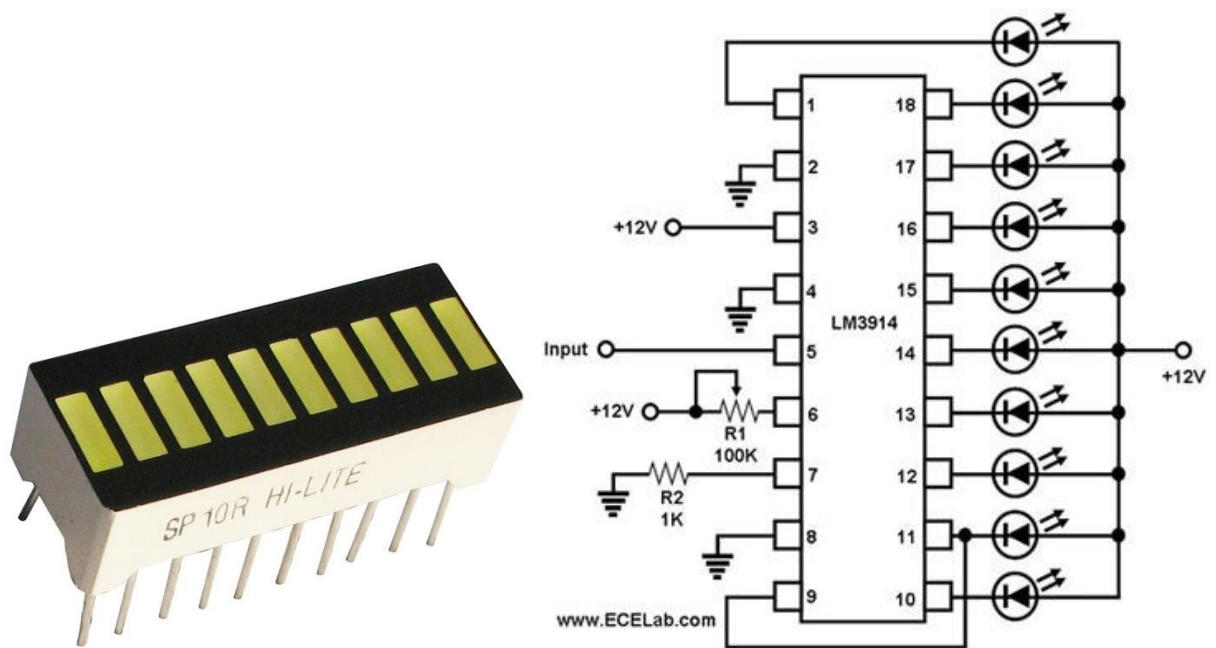


Рисунок 1.3 - Світлодіодний «прогрес бар»

Така система, не буде показувати ніякої числової витрати палива, ні в одиницю часу, ні в одиницю пробігу, проте, дасть можливість мати чітку уяву про миттєву витрату палива, за рахунок аналогової індикації за допомогою світлодіодного «граф бару».

1.4 Постановка завдання проектування розроблювального пристрою

На підставі літературного огляду інформації, присвяченої принципам роботи та будови інжекторної системи двигуна, способам виміру миттєвої витрати палива і їхнє призначення, а також актуальності розроблювальної системи формулюється наступне завдання на проектування:

- виконання основного прикладного завдання (вимір інтервалу, на який відкривається форсунка);

- забезпечення індикації миттєвої витрати палива для інжекторного двигуна;
- забезпечення взаємодії із зовнішніми пристроями через інтерфейсну шину розширення.

Основними технічними вимогами до розроблювального пристрою виміру й індикації витрати палива транспортного засобу є наступні:

- тип системи подачі палива транспортного засобу - інжекторний;
- система живлення пристрою - від бортової мережі транспортного засобу;
- система індикації результатів виміру - світлодіодний «прогрес-бар»;
- можливість самонавчання системи на підставі раніше отриманих вимірів і перемикання режимів навчання пристрою;
- можливість обнулення раніше отриманого максимального результату виміру;

Рішення сформульованих завдань постановки задачі проектування, а також реалізація функціональних можливостей і технічних вимог до розроблювального пристрою вимірювання та індикації витрати палива транспортного засобу дозволить досягти основну мету дипломного проекту: поліпшення візуалізації миттєвої витрати палива транспортного засобу за рахунок відображення результату в аналоговій формі на світлодіодному «прогрес-барі».

2 РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ФУНКЦІОНУВАННЯ Й СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ПРОЕКТОВАНОЇ СИСТЕМИ

2.1 Розробка алгоритму функціонування системи

Для практичної реалізації розроблюваного системи вимірювання та індикації витрати палива транспортного засобу необхідно розробити його алгоритм функціонування, що описує послідовність дій, які необхідно виконати для досягнення поставленого завдання проектування. Таким чином, в основі пропонованого алгоритму роботи пристрою лежать наступні основні кроки: перевірка наявності сигналу від бортового комп'ютера транспортного засобу, вимір інтервалу часу, протягом якого відкрита форсунка, збереження максимальне отриманого значення виміру, перетворення результату вимірювання і його виведення на індикацію.

Розроблений алгоритм функціонування пристрою вимірювання та індикації витрати палива транспортного засобу, що містить у собі основні кроки викладені вище, у вигляді блок-схеми алгоритму функціонування пристрою представлений на рис. 2.1:

1. Початкова установка пристрою, скидання й обнуління всіх блоків системи.
2. Перевірка наявності сигналу від бортового комп'ютера на відкриття форсунки. Якщо сигнал є, то перехід до наступного кроку. У протилежному випадку очікування появи сигналу.
3. Підрахунок інтервалу часу, протягом якого відкрита форсунка.
4. Перевірка чи відкрита форсунка, якщо - так, те перехід до кроку 3. У протилежному випадку, перехід до наступного кроку.
5. Збереження результату виміру й перехід до наступного кроку.
6. Перетворення результату виміру й перехід до наступного кроку.
7. Вивід результатів на індикацію.

8. Якщо завершення роботи, то Останов. У протилежному випадку, перехід до кроку 2.

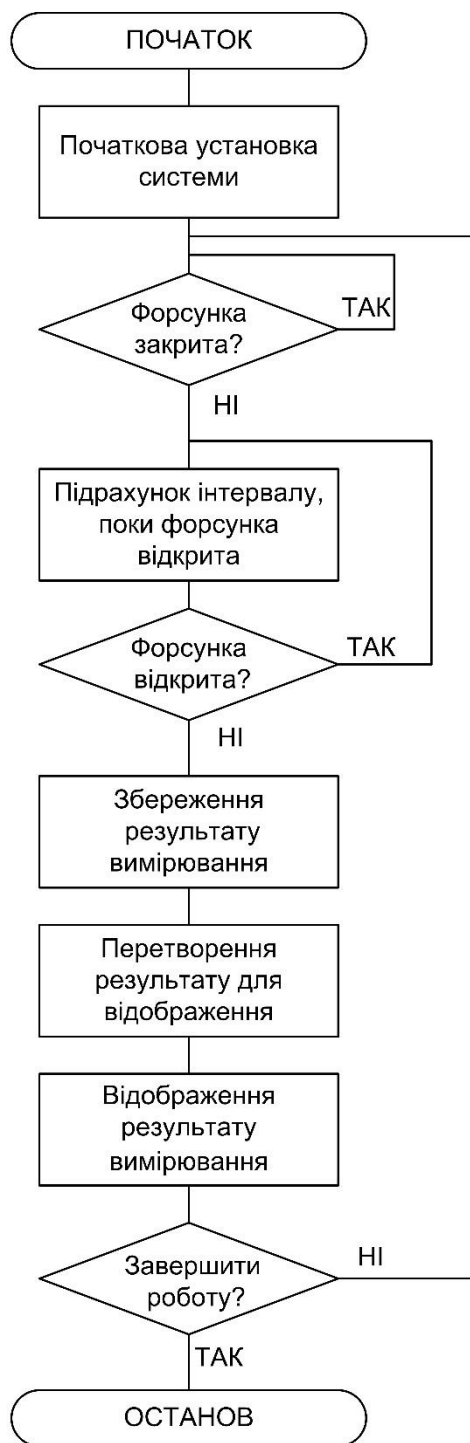


Рисунок 2.1 - Блок-схема алгоритму функціонування розроблюваного пристрою

2.2 Розробка структурної схеми проектного пристрою

Відповідно до завдання на проектування розроблюваний пристрій - вимірювання та індикації витрати палива транспортного засобу - повинен забезпечувати рішення наступних завдань:

- виконання основного прикладного завдання (вимір інтервалу часу, на який відкривається форсунка);
- забезпечення індикації миттєвої витрати палива для інжекторного двигуна;
- забезпечення взаємодій із зовнішніми пристроями через інтерфейсну шину розширення.

Синтез структурної схеми проектованої системи, у якій планується використати МК, повинен відповідати принципам [6, 7]:

- модульності системи;
- магістрального способу обміну інформацією;
- регулярність структури.

Принцип модульності допускає виконання проектного пристрою як мікропроцесорної системи на основі функціонально, електрично й конструктивно закінчених блоків, які здатні самотійно або в сукупності з іншими блоками вирішувати обчислювальні й/або керуючі завдання. Блоки, що входять до складу системи, повинні бути в істотному ступені спеціалізованими. Разом з тим, для виконання стандартних обчислень, типових режимних операцій й операцій по керуванню перетворенням даних система повинна включати універсальний блок на основі МК. Мікроконтролерний блок (МКБ) по суті представляє собою мікроЕОМ, що працює по твердій програмі й володіє можливостями підключення до неї пристроїв вводу-виводу даних.

Таким чином, відповідно до розв'язуваних завдань пристрій виміру й індикації витрати палива транспортного засобу можна представити як систему, що складається із блоків:

- джерело живлення (1);
- блок зниження напруги (2);
- блок стабілізації напруги (3);
- блок початкової установки мікроконтролера (4);
- блок мікроконтролера (5);
- блок запам'ятовувального пристрою (6);
- блок індикації (7);
- інтерфейсний блок (8)

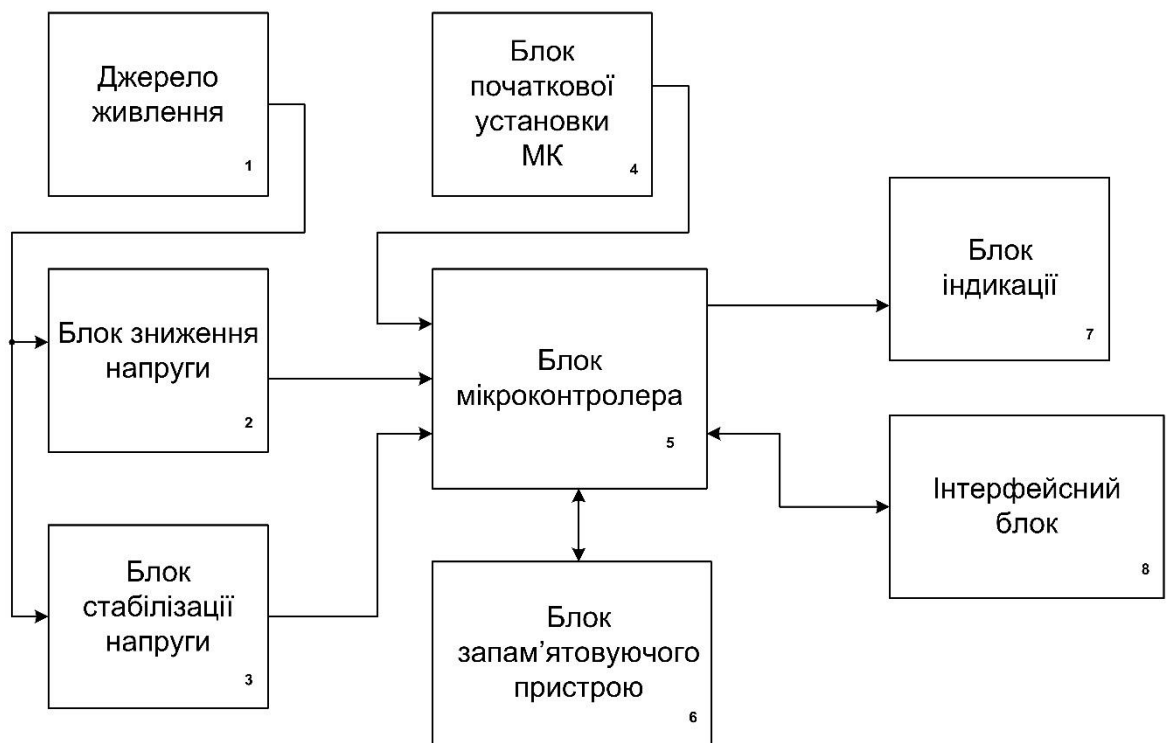


Рисунок 2.2 - Структурна схема розроблювальної системи

Система вимірювання та індикації витрати палива, що представляє собою власне мікроЕОМ реалізовану на базі МК, і повинна забезпечувати реалізацію наступних завдань:

- виконання основного прикладного обчислювального й/або керуючого завдання по обробці/перетворенню даних;
- зберігання даних, отриманих від зовнішнього пристрою, зберігання коду програми;
- організація обміну із зовнішнім пристроєм через інтерфейсний блок (8);
- індикація результатів отриманих через інтерфейсний блок.

Відповідно до виконуваних завдань состав функціонально закінчених блоків системи виміру й індикації витрати палива транспортного засобу визначається в такий спосіб:

- мікропроцесорний блок;
- блок індикації;
- інтерфейсний блок;
- блок зниження й стабілізації напруги

Мікроконтролерний блок 5 призначений для організації виконання основного прикладного завдання по обробці/перетворенню даних; керування інформаційним обміном між інтерфейсним блоком 8, блоком 7 індикації й блоком 6 запам'ятовуючого пристрою; а також для виконання типових обчислювальних операцій.

Застосування МК дозволяє підвищити універсальність проектованого пристрою й скоротити час на його розробку, оскільки МК включає блок 6 запам'ятовуючого пристрою, що включає - пам'ять програм призначена для зберігання програми й оперативного запам'ятовуючого пристрою, для зберігання поточних значень величин отриманих з інтерфейсного блоку 8.

Блок 7 індикації призначений для відображення в реальному часі результатів обробки блоком 5 МК даних, одержуваних з інтерфейсного блоку 8, масив прийнятих даних, внутрішніх даних зберігається в оперативному запам'ятовуючому пристрої блоку 5 МК.

Інтерфейсний блок 8 виконує завдання сполучення блоку 5 МК із системою керування транспортною засобу, і дозволяє зчитувати керуючі сигнали бортового комп'ютера, які використовуються для реалізації виміру миттєвої витрати палива й підрахунку часу, протягом якого була відкрита форсунка.

Блок 2 зниження й 3 стабілізації напруги виконує функцію підключення розроблюваної системи до системи живлення транспортної засобу, оскільки безпосередньо підключити блок 5 МК до системи живлення транспортної засобу не можливо, внаслідок різниці необхідних напруг живлення, тому для подачі напруги на блок 5 МК необхідно понизити напруги до необхідного, після чого стабілізувати його для запобігання стрибків напруги.

3 РОЗРОБКА Й РОЗРАХУНОК ПРИНЦИПОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ ВУЗЛІВ І БЛОКІВ РОЗРОБЛЮВАНОВОГО ПРИСТРОЮ

3.1 Розробка функціональної схеми пристрою

На підставі алгоритму роботи й структурної схеми проектованого пристрою розробляється функціональна схема його блоків. Реалізовані блоками операції відрізняються досить простою схемотехнічною реалізацією. Блок 1 джерело живлення можна реалізувати підключенням до мережі транспортного засобу через інтерфейсний блок 8, що реалізується як роз'єми для підключення відповідних контактів від бортової системи живлення. Блок стабілізації напруги 3 можна реалізувати на low-drop регуляторі напруги. Блоки зниження напруги, сигнал з якого подається на вхід блоку мікроконтролера для виміру тривалості відкриття форсунки, реалізується на дільнику напруги на оптроні, що зменшує амплітуду імпульсів, після якого сигнал спотворюється. Відновити форму сигналу з дільника напруги можна за допомогою 2-ух тригерів Шмидта, один із яких виконує завдання відновлення сигналу, а другий тригер - інвертує сигнал у первісну форму. Блок 4 початкової установки й блок 6 запам'ятовуючого пристрою, реалізуються за допомогою блоку 5 мікроконтролера, оскільки можуть бути його складовими. Блок мікроконтролера пропонується реалізувати на 32-ух вивідному мікроконтролері, що містить запам'ятовувальний пристрій і дозволить підключити до його виводів достатня кількість периферійних елементів, а так само має внутрішній тактовий генератор. Блок 7 індикації складається із двох частин, перша з яких реалізується на трьох розрядному семисегментному індикаторі й двох здвигових регістрах для забезпечення динамічної індикації результатів виміру. Друга частина блоку індикації реалізується на світлодіодному «прогес-барі».

Оскільки, завданням проектування є побудова системи, що вимірює час

відкриття форсунки й на програмному рівні передає максимальний результат виміру на запам'ятовуючий пристрій, після чого відображає на трьохрозрядному семисегментному індикаторі й світлодіодному «прогрес-барі», то функціональна схема розроблюваного пристрою буде мати вигляд, показаний на рис. 3.1.

Функціональний пристрій містить наступні вузли: джерело живлення, регулятор напруги DA1, блок зниження напруги, здвигові регістри DD1 й DD2, тригери Шмітта DD3 й DD4, блок мікроконтролера DD5, блок початкової установки, інтерфейсний блок, світлодіодний семисегментний індикатор HL1, світлодіодний «прогрес-бар» HL2.

Відповідно до функціональної схеми принцип роботи розроблюваного пристрою виглядає в такий спосіб. Живлення розроблюваного пристрою організовано через джерело живлення від системи живлення транспортного засобу через блок стабілізації напруги DA1. Блок зниження напруги виконує функцію перетворення сигналу вступника з форсунки, що надходить на вхід тригери Шмітта, що DD2, DD3, які відновлюють форму спотвореного сигналу із блоку зниження напруги. Далі сигнал надходить на вхід PD2 мікроконтролера, для виміру часу протягом якого відкрита форсунка.

Далі мікроконтролер перетворює отримані результати вимірювання за допомогою програми й відображає результати вимірювання на трьохрозрядному семисегментному індикаторі HL1. Динамічна індикація на індикаторах організована за допомогою двох здвигових тригерів DD1, DD2. Так само другий вид індикації організований на світлодіодному «прогрес-барі» HL2, що дозволяє в реальному часі відображати у вигляді діаграми із трьох кольорів - зелений, жовтий, червоний степінь миттєвої витрати палива, що надходить у двигун через форсунки. Щораз виявивши нове максимальне значення система робить його новим максимумом (тобто коли “прогрес бар” заповнений повністю) і починає вести відлік щодо нього. При цьому значення максимуму буде зберігатися в енергонезалежній пам'яті, так що

системі не прийде навчатися щораз заново.

Так само, до МК підключений блок початкової установки, що дозволяє на початку роботи пристрою користувачеві задати режим роботи системи, він включає наступні можливості: перезавантаження системи, скидання налаштувань пристрою, режим налаштування, скидання максимального значення витрати.

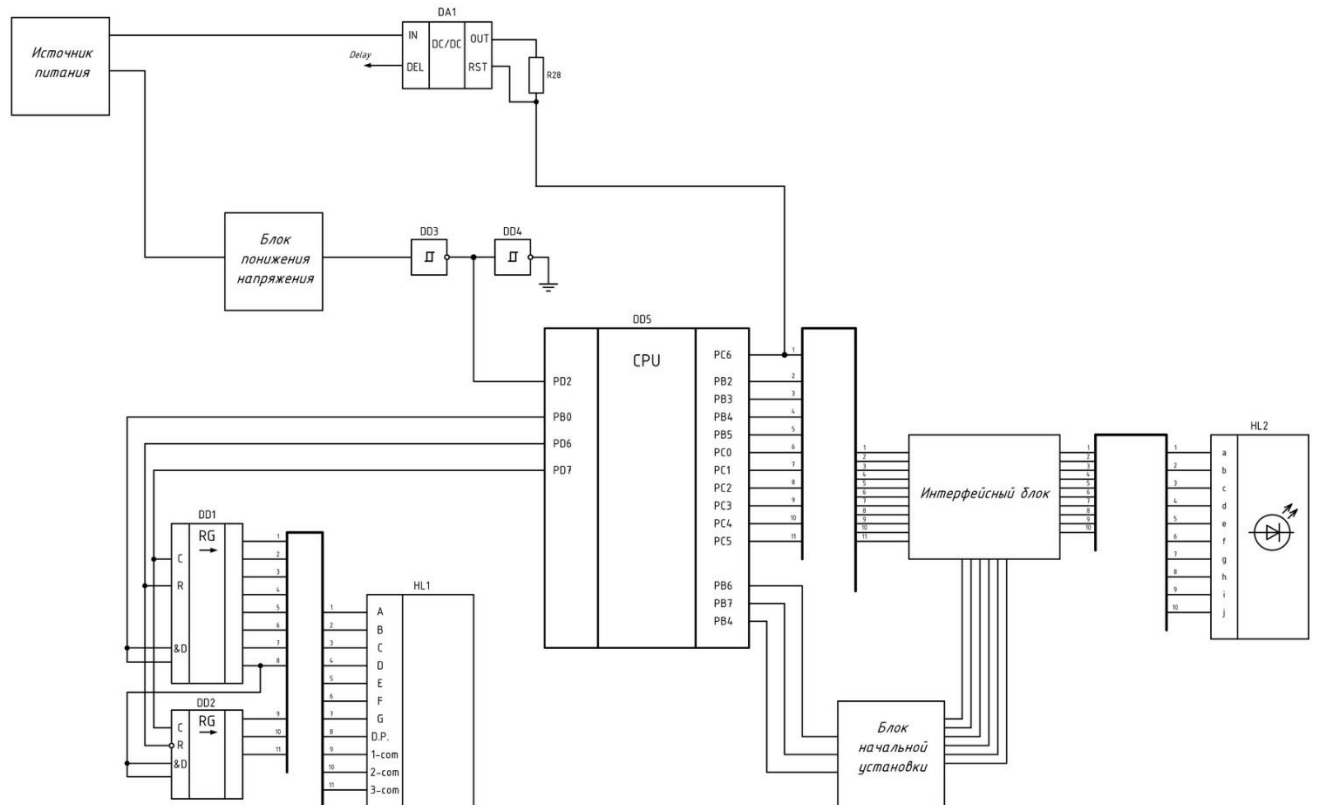


Рисунок 3.1 - Функціональна схема розроблюваного пристрою

Інтерфейсний блок підключений до мікроконтролера для реалізації можливості підключення програматора, так само інтерфейсний блок складається з роз'ємів, до яких можливо віддалене підключення блоку початкової установки й «прогес-бара».

3.2 Вибір елементної бази

Оскільки використання розроблюваного пристрою можливо в реальних транспортних засобах, то до вибору елементної бази при проектуванні системи необхідно віднестися з особливою відповідальністю, з урахуванням габаритів й умов експлуатації пристрою.

Для розробки принципової схеми проектованої системи виміру й індикації витрати палива транспортного засобу необхідно підібрати елементну базу, з якої складається кожний із блоків, покладаючись на критерії й характеристики мікросхем, які дозволили б реалізувати поставлене завдання.

У цей час широко застосовуються інтегральні мікросхеми, виконані на основі транзисторно-транзисторної логіки (ТТЛ), транзисторно-транзисторної логіки з діодами Шоттки (ТТЛШ), емітерно-зв'язаної логіки (ЕЗЛ), за комплементарною технологією метал-окисник-напівпровідник (КМОН).

Напруга живлення мікросхем ТТЛ становить +5 В з припустимим відхиленням +0,25 В. Мікросхеми ТТЛ відрізняються порівняно високою швидкодією (середня затримка перемикання 6-15 нс) і низькою споживаною потужністю (1-19 мВт на логічний елемент). Припустимий рівень напруги перешкоди не перевищує 1 [18].

Інтегральні мікросхеми на основі емітерно-зв'язаної логіки знайшли широке застосування у швидкодіючих обчислювальних пристроях завдяки таким перевагам, як висока швидкодія, більша навантажувальна здатність, висока стабільність динамічних параметрів при зміні температури й напруги живлення. Значними недоліками є висока споживана потужність, висока вартість, низька завадостійкість і недостатній функціональний склад серій.

ІМС КМОН споживають дуже малу потужність (не більше 0,1 мВт на інвертор) при порівняно високій швидкодії, зберігають завадостійкість,

високу навантажувальну здатність. Разом з тим, дані ІМС мають істотний недолік - малу стійкість до електростатичних розрядів. Такі розряди зменшують надійність ІМС. Перший розряд часто не викликає пробую оксидної плівки в ІМС, однак він залишає слабкі крапки на плівці. При наступних розрядах ці крапки продовжують послабляти плівку до її повного пробую [19].

Відмінною рисою схем КМОН у порівнянні з біполярними технологіями (ТТЛ, ЕЗЛі ін.) є дуже мале енергоспоживання в статичному режимі (у більшості випадків можна вважати, що енергія споживається тільки під час перемикання станів). Відмінною рисою структури КМОН у порівнянні з іншими МОН-структурами (N-МОН, P-МОН) є наявність як n-, так й р-канальних польових транзисторів; як наслідок, КМОН-схеми мають більше високу швидкодію й менше енергоспоживання, однак при цьому характеризуються більше складним технологічним процесом виготовлення і меншою щільністю впакування.

КМОН-мікросхеми розсіюють малу потужність. Типове значення статичної розсіюваної потужності, що, становить порядку 10 нВ на один вентиль, що утвориться струмами витоку. Активна (або динамічна) розсіююча потужність, що, залежить від напруги джерела живлення, частоти, вихідного навантаження й часу наростання вхідного сигналу, але її типове значення для одного вентиля при частоті 1 МГц і навантаженню ємністю 50 пФ не перевищує 10 мВт.

По-друге, час затримки поширення сигналу в КМОН-вентиллях хоча й не дорівнює нулю, але досить малий. Залежно від напруги джерела живлення, затримка поширення сигналу для типового елемента перебуває в діапазоні від 25 до 50 нс. У третіх, часи наростання й спаду контрольовані, і являють собою скоріше лінійні, чим східчасті функції. Звичайно часи наростання й спаду мають на 20-40% більші значення, ніж час затримки

поширення сигналу. Типове значення завадостійкості наближається до 50% і становить приблизно 45% від амплітуди вихідного сигналу.

Ще одним немаловажним фактором, що свідчить на користь КМОН-мікросхем, є їхня мала вартість, особливо при використанні в портативному встаткуванні, що харчується від малопотужних батарей.

Джерела живлення, у системах, побудованих на КМОН-мікросхемах, можуть бути малопотужними, і, як наслідок, недорогими. Завдяки малій споживаній потужності, підсистема живлення може бути простіше, а значить дешевше. У радіаторах і вентиляторах немає необхідності, завдяки низкій розсіює ній потужності, що. Безперервне вдосконалення технологічних процесів, а також збільшення обсягів виробництва й розширення асортиментів КМОН-мікросхем, що випускають, приводить до зниження їхньої вартості.

Існує безліч серій логічних мікросхем КМОН-структури. Першої з них була серія К176, далі К561 (CD4000AN) і КР1561 (CD4000BN), але найбільший розвиток функціональні ряди одержали в серіях КР1554 (74АСхх), КР1564 (74НСхх) і КР1594 (74АСТхх).

Оскільки переважна більшість сучасних логічних мікросхем, у тому числі, процесорів, використовують КМОН схемотехніку, тому що розроблювальному пристрої центральне місце займає мікропроцесорний блок, то як елементна база для мікропроцесорного блоку обрана КМОН серія мікросхем.

У даній роботі використовуються мікросхеми закордонної серії 74НС. Аналогічна вітчизняна серія має назву 1564, 5584.

Функціональні ряди сучасних КМОН-мікросхем серій КР1554, КР1564 і КР1594 містять повнофункціональні еквіваленти мікросхем ТТЛш-серій КР1533 (74ALS) і ДО555 (74LS), які повністю збігаються як по виконуваних функціях, так і по розведенню виводів (цоколювці). Сучасні КМОН-мікросхеми в порівнянні з їхніми прототипами, серіями К176 і К561,

споживають значно меншу динамічну потужність і багаторазово перевершують їх по швидкодії.

Для спрощення схемотехнічних рішень, розроблені КМОН-серії із вхідною граничною напругою ТТЛ-рівнів (КР1594 і деякі інші), так і КМОН-рівнів (КР1554, КР1564 і деякі інші). Діапазон робочих температур для мікросхем загального застосування перебуває в межах -40 - $+85^{\circ}\text{C}$, і -55 - $+125^{\circ}\text{C}$ - спеціального застосування. У табл. 3.1 наведено порівняння вхідних і вихідних характеристик КМОН і ТТЛШ-мікросхем.

Таблиця 3.1 - Вхідні й вихідні характеристики КМОН й ТТЛШ-мікросхем.

ТЕХНОЛОГІЯ	КМОН із ПКК-затвором	Улучш. КМОН із ПКК-затвором	КМОН з метав.-затвором	Стандартн. ТТЛ	Малопотр. ТТЛШ	Улучш. малопотр. ТТЛШ	Быстродействующая ТТЛШ
Серія	74НС	74АС	4000	SN74	SN74LS	SN74ALS	SN74AS
Аналог	КР1564	КР1554	ДО561, КР1561	ДО155	ДО555	КР1533	КР1531
Power dissipation per gate (m)							
Статична	0.0000025	0.00009	0.001	10	2	1	8.5
При частоті 100 кГц	0.17	0.006	0.1	10	2	1	8.5
Час затримки поширення (нс) (CL = 15 пф)	8	3.7	105	10	10	4	1.5
Максимальна тактова частота (МГц) (CL = 15 пф)	40	130	12	35	40	70	200

Стандартні виходи	4	24	1.6	16	8	8	20
Виходи з підвищеною навантажувальною здатністю	6	36	1.6	48	24	24/48	48/64
Стандартні виходи	10	20	4	40	20	20	50
Виходи з підвищеною навантажувальною здатністю	15	20	4	120	60	60/120	120/160
Максимальний вхідний струм, ІІІ (ма) (VI = 0,4 У)	±0.001	±0.001	-0.001	-1.6	-0.4	-0.1	-0.5

Щоб виключити низькочастотні перешкоди при монтажі мікросхем на друкованих платах, необхідно передбачити поблизу рознімання установку конденсаторів, що розв'язують, з розрахунку не менш 0,047 мкФ на одну мікросхему. Для виключення високочастотних перешкод ємності, що розв'язують, 6,8 мкФ рекомендується розміщати по площі друкованої плати з розрахунку один конденсатор на групу не більш ніж з десяти мікросхем

Основними критеріями вибору мікросхем для побудова проекрованої системи є: висока швидкодія й більша навантажувальної здатність, а так само широкий набір логічних й інтерфейсних мікросхем.

3.3 Проектування принципової схеми блоку мікроконтролера

Центральним елементом проектованого пристрою є блок мікроконтролера, оскільки саме цей блок виконує вимірювання інтервалу часу, протягом якого відкрита форсунка й перетворює результати виміру для виводу на індикацію. Для його реалізації обраний мікроконтролер фірми

Atmel - ATmega8. Мікроконтролер ATmega8 виконаний за технологією CMOS, 8-розрядний, мікроспоживаючий, побудований на AVR-архітектурі RISC. Виконуючи одну повноцінну інструкцію за один такт, ATmega8 досягає продуктивності 1 MIPS на МГц, дозволяючи досягти оптимального співвідношення продуктивності до споживаної енергії.

Нижче представлені основні технічні параметри мікроконтролера [10,16]:

- Пам'ять програм становить 8 Кб із можливістю перезаписати 10 000 разів
- 512 байт флеш-пам'яті для зберігання змінних (100 000 циклів перезапису)
- 1 Кб ОЗП й 32 регістра загального призначення
- Два 8-розрядних Таймери/Лічильника з роздільним прескалером, режим порівняння
- 16-розрядний Таймер/Лічильник з роздільним прескалером, режим порівняння, режим захвата
- Таймер реального часу з незалежним генератором
- 3 канали ШІМ
- 6 каналів 10-розрядного АЦП
- Двухпровідний послідовний інтерфейс
- Програмувальний послідовний USART
- Інтерфейс SPI з режимами Master/Slave
- Програмувальний сторожовий таймер з окремим незалежним генератором

- Убудований аналоговий компаратор
- Скидання при включенні живлення, програмуючий захист від провалів живлення
- Убудований калібрований RC-генератор
- Обробка внутрішніх і зовнішніх переривань
- 5 режимів зі зниженим енергоспоживанням: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, і Standby
- Напруга живлення 4.5 - 5.5В
- Тактова частота 0-16 МГц

23 портів уведення/виводу, об'єднаних в 3 групи:

1. Порт В (PB0 - PB7): Два виводи (PB6 й PB7) використовуються для підключення кварцового резонатора. Виводи PB2 - PB5 зарезервовані для внутрисхемного програмування. Таким чином, для загального застосування залишаються порти PB0 й PB1.

2. Порт С (PC0 - PC6:7 виводів): Порти PC0 - PC5 можна використати як аналогові входи. PC6 звичайно використовується для скидання.

3. Порт D (PD0 - PD7:8 виводів): Ці порти можна використати для загального застосування.

Мікросхема ATmega8 має наступну специфікацію: Supply Voltage - Max: 5.5 В; Supply Voltage - Min: 4.5 В; Вид монтажу: Through Hole; Убудований у чип АЦП: так; Висота: 3.3 мм; Довжина: 34.67 мм; Доступні аналогові/цифрові канали: 6; Інтерфейс: SPI, TWI, USART; Кількість ліній уведення/виводу: 2; Кількість таймерів: 3; Робоча напруга живлення: 4.5 В ... 5.5 В; Робочий діапазон температур: - 40 С ... + 85 С ; Тактова частота

максимальна: 16 МГц; Тип корпуса: PDIP-32;; Ширина: 7.62 мм; Ядро: ATmega [16].

Принципова схема блоку мікроконтролера показана на рис.3.2. Входи PD0, PD1, PD3, PD5, оскільки вони не використовуються, через резистори R19, R16, R20, R17 відповідно, номіналом RES 10K OHM 3W 5%, заведені на землю. Виходи PB0, PD6, PD7 заведені на входи регістрів здвигових регістрів DD1, DD2. Відповідно вихід PB0 на входи &D, вихід PD6 на R входи регістрів, а PD7 на входи 3 мікросхем DD1, DD2. Вхід PD2/INT0 підключений до виходу блоку зниження напруги, через нього надходить сигнал від бортового комп'ютера, що відкриває форсунку.

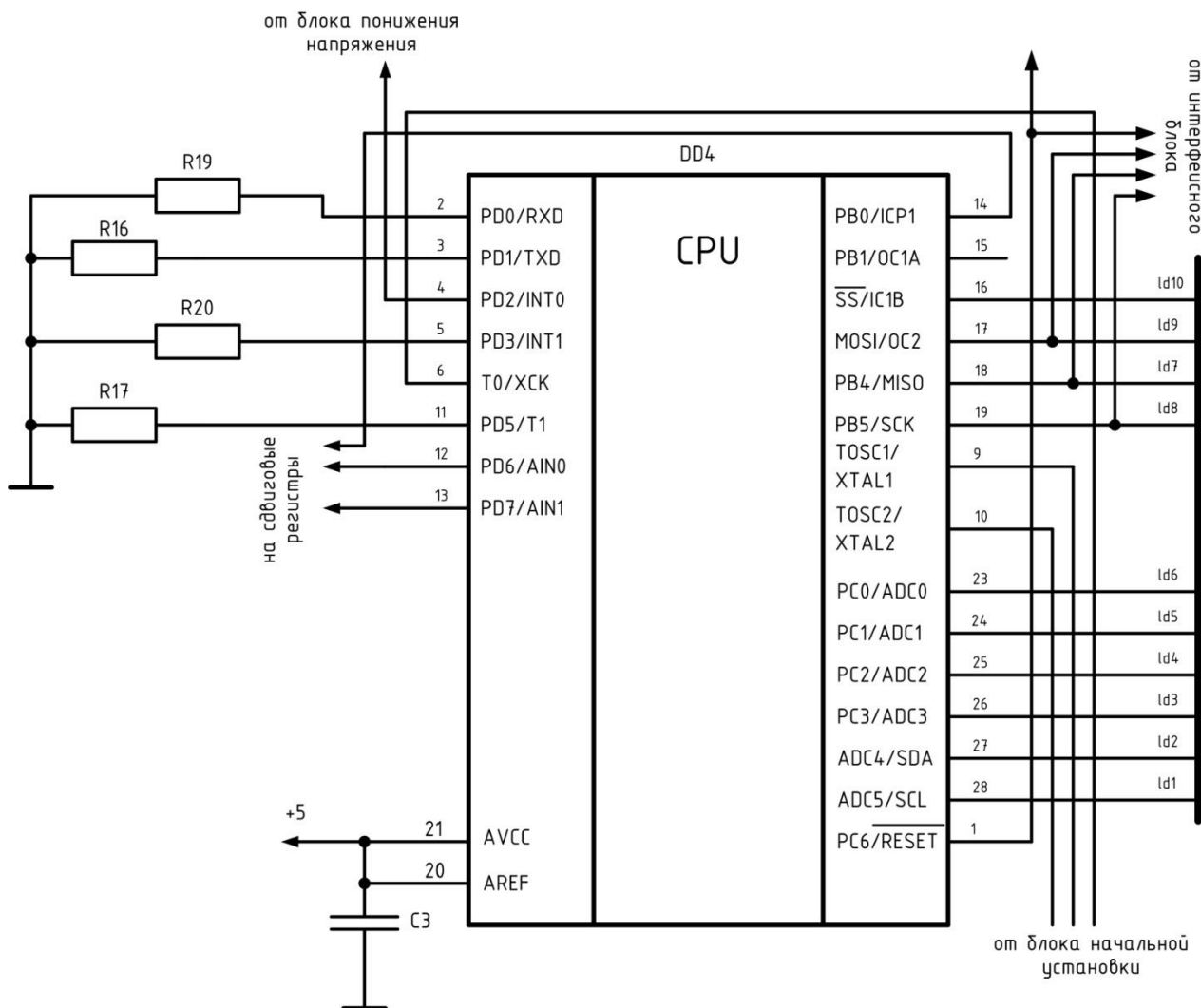


Рисунок 3.2 - Принципова схема блоку мікроконтролера

Виходи PD4/XCK, PB6/XTAL1, PB7/XTAL2 виведені на кнопки SB2, SB3, SB4 відповідно, за допомогою яких реалізується можливість початкового настроювання роботи пристрою. Вхід PC6/RESET через резистор R24 підключений до виходу OUT регулятора напруги DA1, а так само до входу RESET рознімання ISP.

Виходи PB3, PB4, PB5 підключені до входів MOSI, MISO, SCK рознімання ISP відповідно, який використовується для внутрішнього програмування чипа. Виводи PC0-PC5 і PB2-PB4 через рознімання XS7 заведені на входи «прогрес-бару», що виводить інформацію про миттєву витрату палива у вигляді гістограми.

Так само блок мікроконтролера бере на себе функцію блоку запам'ятовуючого пристрою, оскільки МК має 512 байт EEPROM обсяг убудованої пам'яті, у якій будуть зберігатися максимальні значення миттєвої витрати, отримані в результаті вимірів. Так само мікроконтролер містить 8 Кбайт внутрішньої програмувальної Flash пам'яті (In-System Self-Programmable Flash), що забезпечує 1000 циклів стирання/запису, що дозволяє розроблювачеві безперешкодно змінювати програму якщо буде потреба або в майбутньому додаткових модифікацій пристрою.

Розроблювальна система не буде показувати числової витрати палива транспортного засобу, ні в одиницю часу, ні в одиницю пробігу, але проте дасть чітке подання про моментальну витрату бензину. Оскільки кожен інжектор установлений неподалік від впускного клапана, він відкривається на якийсь час під час впускного такту відповідного циліндра. При цьому, чим довщі імпульси, які бортовий комп'ютер подає на інжектори, тим довше інжектор залишається відкритим, і, тим самим, більше палива попадає у двигун, збільшуючи його потужність.

На бортовий комп'ютер транспортного засобу лягає завдання в реальному часі розраховувати довжину імпульсів й їхню частоту, щоб управляти кожним з інжекторів, для того щоб забезпечити оптимальні

потужність і витрата палива, норми по токсичних викидах і т.д., а також захистити двигун від руйнівних перевантажень.

Розрахунок тривалості імпульсів для кожного конкретного моменту часу й конкретних умов роботи ведеться по формулах і спеціальним заздалегідь готовим таблицям. У спрощеному виді формула для розрахунку виглядає як серія коефіцієнтів перемножених один на одного. Візьмемо для приклада розрахунок довжини імпульсу, ґрунтуючись на трьох параметрах (у реальній системі їх можуть бути десятки й у деяких випадках сотні):

$$L_{имп} = (\text{базова_довжина_імпульсу}) \cdot (\text{параметр_A}) \cdot (\text{параметр_B})$$

Для розрахунку довжини імпульсу $L_{имп}$, бортовий комп'ютера бере значення *базової_довжини_імпульсу* із заздалегідь готової таблиці, оперуючи значеннями, отриманими з датчиків швидкості обертання й навантаження мал. 3.3:

На приклад, при швидкості обертання 2000 про/хв і навантаження 4 (яких-небудь одиниці) *базова_довжина_імпульсу* рівняється 8 мс.

Об/мин	Нагрузка				
	1	2	3	4	5
1000	1	2	3	4	5
2000	2	4	6	8	10
3000	3	6	9	12	15
4000	4	8	12	16	20

Рисунок 3.3 – Базова довжина імпульсів $L_{имп}$

Скажемо що *параметр_A* залежить від температури двигуна, а *параметр_B* від кількості кисню у вихлопних газах. Їхні значення також беруться із заздалегідь готових таблиць мал. 3.4:

Температура	параметр_А		Содержание кислорода в выхлопе	параметр_Б
0	1.2		0	1.0
25	1.1		1	1.0
50	1.0		2	1.0
75	0.9		3	1.0
100	0.8		4	0.75

Рисунок 3.4 - Значення параметрів А и Б

Допустимо температура дорівнює 100 і зміст кисню 3. Тоді,

$$L_{имп} = (\text{базова_довжина_імпульсу}) \cdot (\text{параметр_А}) \cdot (\text{параметр_Б}) \\ = 8 \cdot 0.8 \cdot 1.0 = 6.4$$

У такий спосіб у даних умовах у цей момент часу інжектор відкриється на 6.4 мілісекунди. Цей приклад дає представлення про те, як бортовий комп'ютер коректує роботу двигуна в реальному часі.

Як було вказано, принцип роботи індикатора витрати будується на вимірюванні сумарного інтервалу відкриття форсунки в одиницю часу. Чим більше заміряний сумарний інтервал, тим більше розподілів займеться на індикаторі.

Отже, необхідно визначити одиницю часу: на холостому ході мотору транспортного засобу (на більшості легкових авто) працює зі швидкістю близько 700 про/хв (це по паспорті). Передбачається, що він працює навіть 600 про/хв, тобто 10 про/сек. Таким чином, за 1 секунду, колінвал зробить 10 обертів. Форсунка відкривається 1 раз за 2 оберти, під час такту впуску. Таким чином, за секунду, форсунка відкриється 5 разів, а значить мінімальний відрізок часу, за який вона відкриється хоча б 1 раз (що б наш вимірник хоч так виміряв) рівняється 1/5 секунди або 200мс.

Тоді, візьмемо ці 200 мс за одиницю часу, тобто будемо вимірювати, скільки часу була відкрита форсунка за 200 мс. Відповідно, з тим же інтервалом будуть обновлятися показання на індикаторі.

В обраному мною мікропроцесорі є 2 системних таймери - восьми- і шістнадцяти-бітний. Восьми-бітний таймер буде нам вимірювати проміжки часу по 200мс. Шістнадцяти-бітний таймер буде рахувати сумарний час протягом, якого буде відкрита форсунка. Для цього прив'яжемо його включення й вимикання до спадаючого й наростаючого фронту імпульсів, що йдуть на схему від однієї з форсунок. На цьому етапі, необхідно вивчити інструкцію на двигун конкретного транспортного засобу, і з'ясувати, які дроти йдуть від бортового комп'ютера до форсунок. У розглянутому випадку це виглядає в такий спосіб:

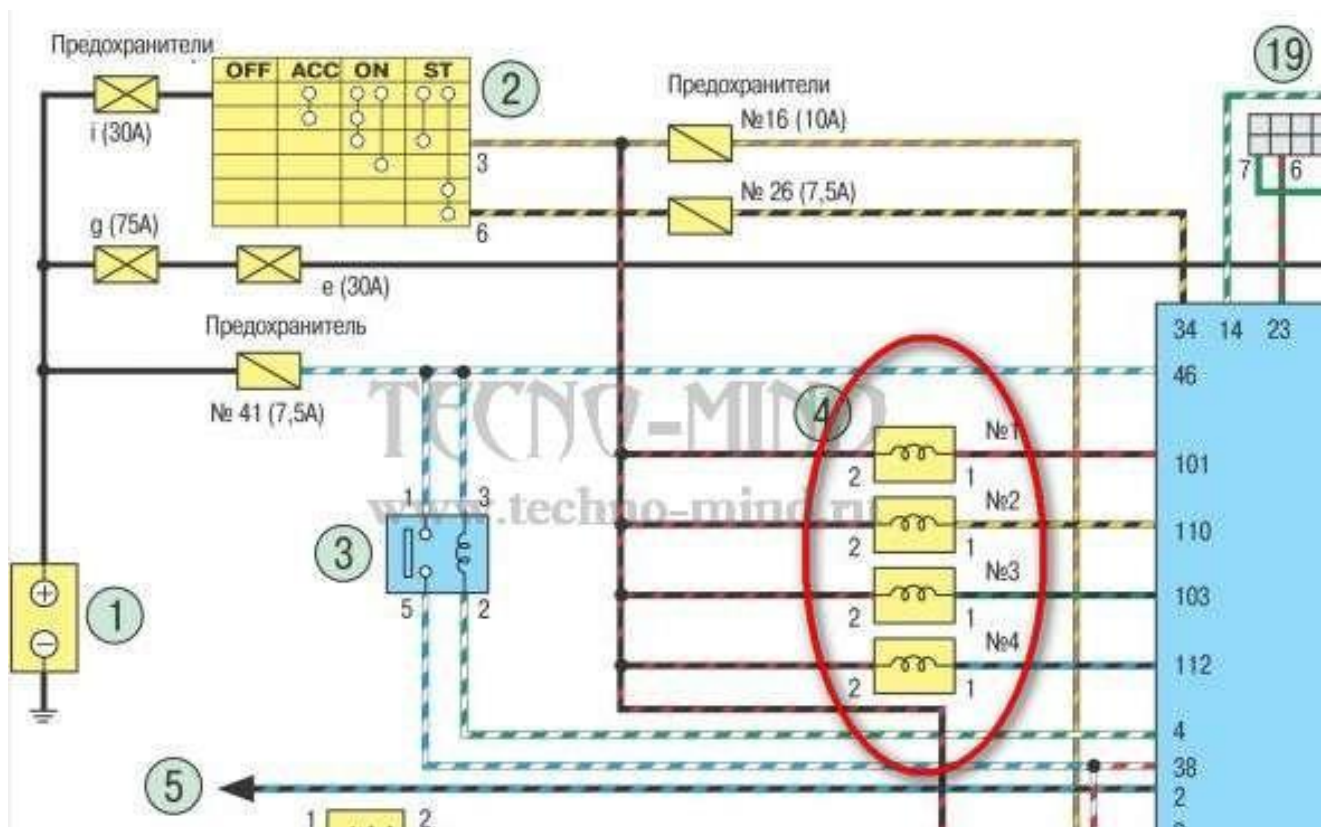


Рисунок 3.5 - Схема підключення бортового комп'ютера до форсунок

Як видно на частині схеми електропроводки (рис. 3.5), форсунки (позначені червоним еліпсом) одним кінцем підключені до плюса акумулятора (номер 1 на схемі), а іншим до бортового комп'ютера (до виходів 101, 110, 103, 112), так що комп'ютер відкриває форсунку, подавши на неї 0. Саме із цієї причини активувати лічильник у мікроконтролері буде спадаючий фронт на вході, а деактивувати наростаючий. Це безпосередньо дозволяє наблизитися до поставленої у магістерській роботі задачі на проектування та практичної реалізації системи вимірювання та індикації витрат палива транспортного засобу, яка розробляється.

3.4 Проектування принципової схеми блоку стабілізації живлення

Оскільки пристрій буде живитися електрикою від бортової мережі транспортного засобу, що характеризується значними стрибками напруги, шумами й т.п. Справа в тому, що електрика в авто генерується генератором змінного струму, що працює в змінних умовах (мінюється навантаження на генератор і частота обертання його ротора залежно від обертів двигуна), і споживається масою електромоторів, котушок і купою інших споживачів. У результаті умовні 12В, до яких ми звикли, перетворюються в суміш електричних сигналів, частина яких на дуже короткі проміжки часу може доходити до сотень і навіть тисяч (на вантажівках) вольтів.

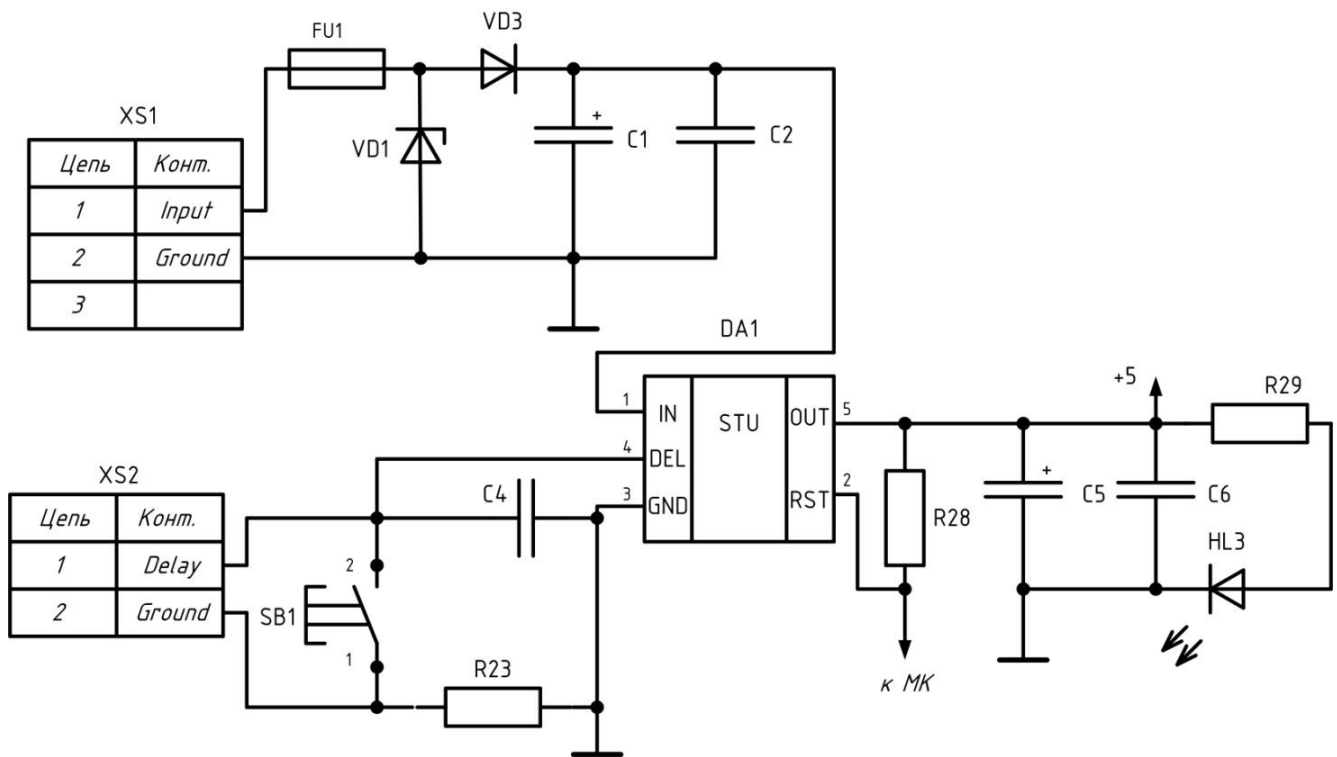


Рисунок 3.6 - Принципова схема блоку стабілізації напруги

Подібні стрибки напруги відбуваються, наприклад, коли двигун постійного струму, підключений до того ж вимикача, що й система запалювання, після вимкнення запалювання, у силу механічної інерції, продовжує працювати як генератор. Тривалість стрибків напруги, невелика, але цілком достатня, щоб спалити наступну, традиційну, схему живлення електроніки, а слідом і саму електроніку.

Схема стабілізації й зниження напруги показана на рис. 3.6, вона побудована на основі low-drop регулятора напруги DA1 на 5 Вольт – TLE4275.

Достоїнством таких регуляторів є те, що мають спеціальний вихід, що підключає до входу RESET мікроконтролера. Таким чином, регулятор напруги включає мікроконтролер тільки тоді, коли живляча напруга встановлюється. У випадку повторних стрибків або осідання напруги, регулятор самостійно перезавантажить мікроконтролер. Величина

тимчасової затримки, між моментом, коли живляча напруга встановлюється, і моментом, коли регулятор включає мікроконтролер, задається ємністю одного з конденсаторів в об'язці регулятора. Така схема дозволяє гарантовано уникнути фатальних зависань мікроконтролера при проблемах з живлячою напругою.

TLE4275 є інтегральним регулятором з малим спаданням напруги з 5 контактами. Вхідна напруга до 45 В регулюється до $V_{Q,nom} = 5.0$ В. Здатний витримувати навантаження до 450 мА й короткого замикання. При перегріві TLE4275 відключається за допомогою захисту від перегріву. Сигнал скидання формується для $V_{Q,rt} \approx 4.65$ В. Час затримки може бути запрограмоване за допомогою зовнішнього конденсатора затримки.

Схема підключення, показана на рис 3.6 містить наступні зовнішні елементи підключення регулятора напруги. Вхідний конденсатор C1 необхідний для компенсації лінійних спотворень. За допомогою резистора номіналом 1 Ом послідовно з'єднаного з конденсатором C1, гасяться коливання вхідної індуктивності і ємності. Вихідний конденсатор C5 необхідний для стабільності схеми регулювання. Стабільність гарантована при значеннях ємності конденсатора C5 рівної 22 мкФ й опору резистора R28 < 5 кОм, при експлуатації в діапазоні робочих температур.

Призначення й функції виводів:

- 1 IN (Input) - заводиться на землю через керамічний конденсатор;
- 2 RST ResetOutput - вихід з відкритим колектором;
- 3 GND (Ground) - внутрішнє з'єднання з радіатором;
- 4 DEL (ResetDelay) - підключення конденсатора до землі для установки часу затримки;
- 5 OUT (Output) - заводиться на землю конденсатор ємністю 22 мкФ.

Крім того, даний регулятор живлення випускається в зручних корпусах, що дозволяють розташувати його горизонтально на платі, а також сертифікований для використання в автомобільній техніці.

3.5. Проектування принципової схеми блоку зниження напруги

По одному із проводів, що йдуть від форсунки до комп'ютера підключається дріт, по якому будуть іти сигнали до вимірювача витрати палива. Важливим моментом є, що незважаючи на те, що комп'ютер посилає на форсунки прямокутні імпульси, той факт, що форсунка являє собою індуктивне навантаження, робить сигнал, що надходить від форсунки на схему нашого вимірювача от таким кривим:

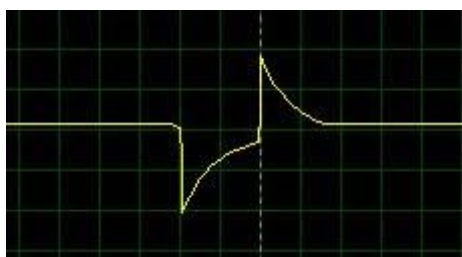


Рисунок 3.7 - Форма сигналу вступника від форсунки

Оскільки, такий сигнал подавати на МК не можна. Його необхідно зменшити до TTL-рівня (форсунка живиться від 12В), а в других - його необхідно обробити, тому як про вірний розрахунок часу відкриття форсунки говорити не вийде. Відновити спотворений сигнал, можна використовуючи [тригер Шмітта 74НС14](#) (одне з використань тригера - відновлення спотвореного цифрового сигналу) Приклад відновленого сигналу показаний на рис. 3.8.

Необхідно звернути увагу, що сигнал інвертувався. Це можна усунути, тому що його можна знову інвертувати, подавши його на ще один тригер Шмітта або можна просто врахувати це в програмі.

У результаті, у роботі за допомогою дільника напруги зменшується амплітуда імпульсів, а потім подається на два послідовно з'єднаних тригери Шмітта [74НС14](#). На рис. 3.9 показана принципова схема блоку зниження напруги.

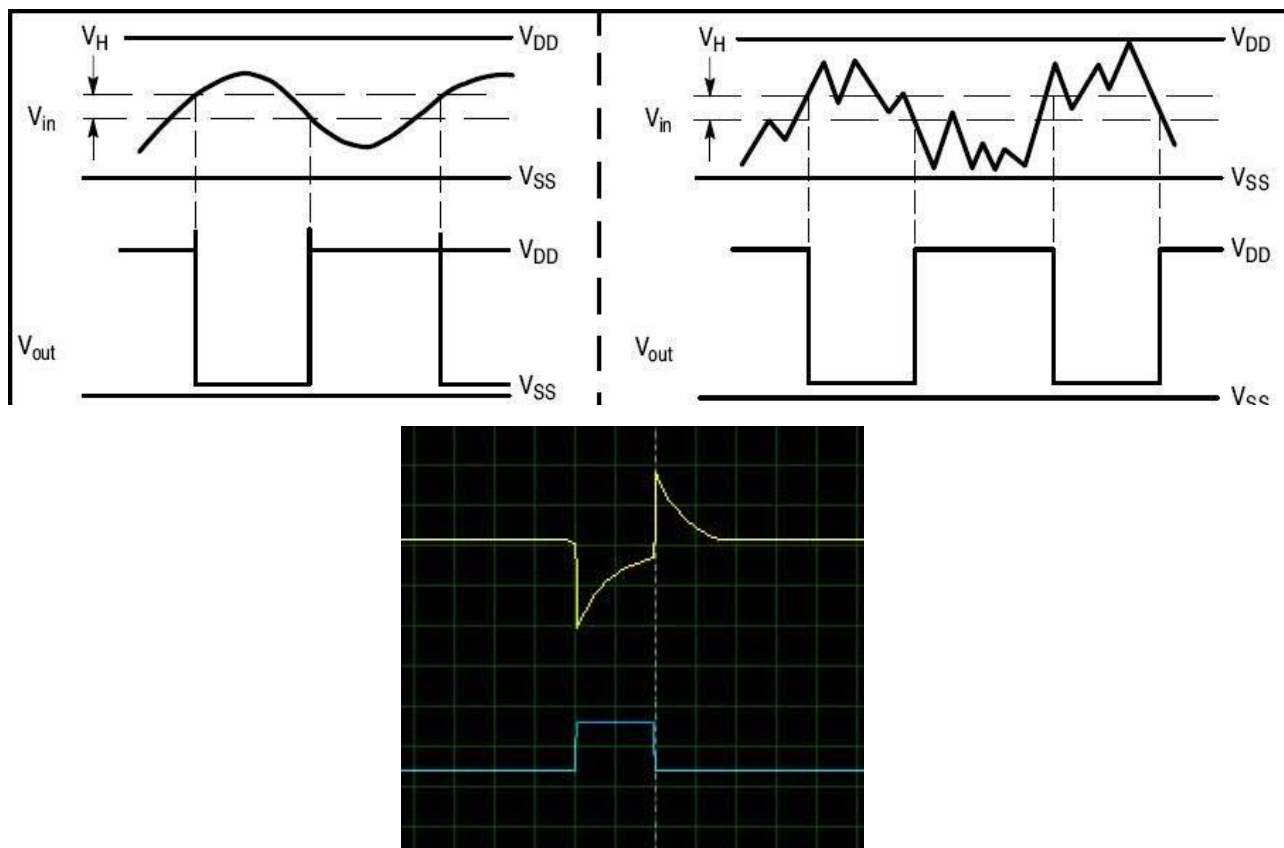


Рисунок 3.8 - Сигнал, відновлений за допомогою тригера Шмітта

Для запобігання можливих перешкод по сигнальній лінії при підключенні пристрою до форсунки був використаний оптрон 4N37, с технічними характеристиками: максимальна напруга колектор-емітер 30 В; максимальна пряма напруга діода 1.5 В; максимальна робоча температура 100°C; максимальна насичення колектор-емітер напруга 300 мВ; максимальна розсіювати потужність, що, 250 мВт; максимальний вхідний струм діода 60 мА; тип входу DC; тип виходу DC.

Мікросхема 74НС14 являє собою шість інверторів із тригерами Шмітта на входах. Основні характеристики 74НС14 (при +25°):

- напруга живлення (Vdd) - +2..+6V тип. +5V;

- Струм споживання статичний $< 2\mu\text{A}$;
- вихідна напруга лог. "0" - 0..0,1;
- Вихідна напруга лог. "1" - $V_{\text{dd}} - 0,1..V_{\text{dd}}$;
- напруга гістерезису V_{H} (типове при $V_{\text{dd}}=2\text{V}/4,5\text{V}/6\text{V}$) - 0,6/0,9/1,3V;
- напруга перемикання V_{t} -(типове при $V_{\text{dd}}=2\text{V}/4,5\text{V}/6\text{V}$) - 0,6/1,6/2,0V;
- напруга перемикання $V_{\text{t}+}$ (типове при $V_{\text{dd}}=2\text{V}/4,5\text{V}/6\text{V}$) - 1,2/2,5/3,3V;
- вхідний струм лог. "0"/"1" $< 0,1\mu$;
- Вихідний струм лог. "0"/"1" ($V_{\text{dd}}=4,5\text{V}/6\text{V}$) $> 4,0/5,2\text{m}$;
- час затримки розповсюдження (типове $V_{\text{dd}}=2\text{V}/4,5\text{V}/6\text{V}$) 55/12 / 11n;
- робочий діапазон температур - $-40^{\circ}..+85^{\circ}\text{C}$;
- вітчизняний аналог - К561ТЛ2, 1564ТЛ2.

По вихідних рівнях сигналів сумісна з іншими ІС стандартної КМОН логіки серій 74НС, 40xx/К561.

Мікросхеми із тригерами Шмітта широко застосовуються для дворівневого перетворення аналогових сигналів у цифровій техніці. На відміну від звичайних КМОН-елементів, тригери Шмітта дозволяють одержати чіткий вихідний сигнал при порівняно повільному фронті імпульсу на вході - таким чином, вони забезпечують завадостійкість цифрової частини схеми по входу.

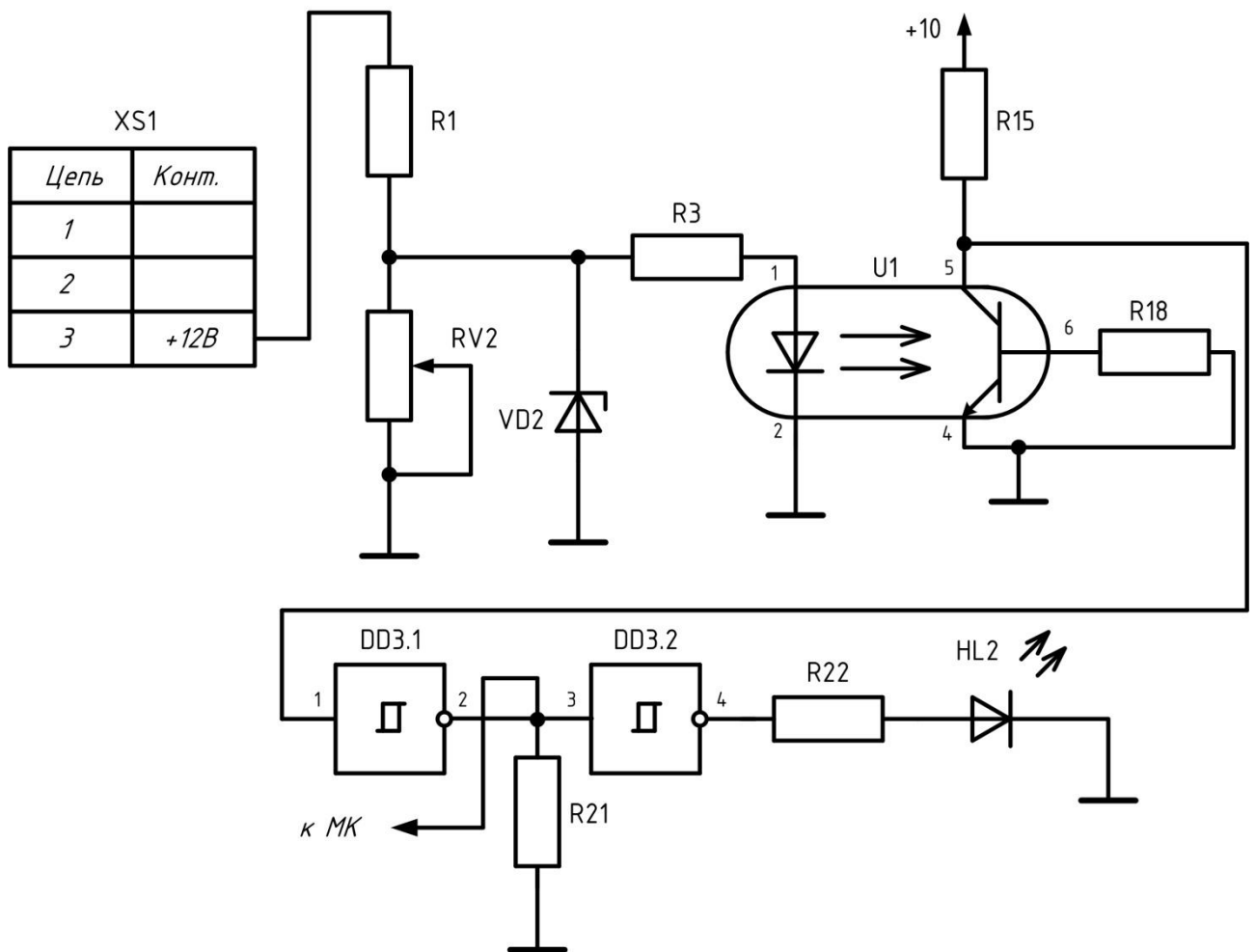


Рисунок 3.9 - Принципова схема блоку зниження напруги

Резистори R1 й RV2 опором 10кОм являють собою простий дільник напруги, так що на тригер Шмітта DD3.1 надходить сигнал амплітудою не більше 5 В. Так само є стабілітрон BZX79C 5V1 VD2 на 5.1 В. Світлодіод 4300F1LC HL2 буде мигати в такт відкриттю форсунки, а тригер Шмітта DD3.2 знову інвертує сигнал, після чого він подається на мікроконтролер, на вхід зовнішнього переривання INT0.

3.6 Проектування принципової схеми блоку індикації

На багатьох сучасних транспортних засобах бортовий комп'ютер виводить на дисплей інформацію про витрату палива в даний момент часу.

Причому інформація ця виводиться у двох видах. Іноді в літрах на 100 км., але частіше в літрах у годину. Причому якщо перший показник зрозумілий і вичерпний, те другий сам по собі нічого не говорить, водієві доводиться обчислюючи скільки палива використає двигун за 100 км. пробігу в даному режимі.

Крім усього, цифровий вивід інформації відволікає увага від дороги. Для усунення цього, для відображення результатів виміру пропонується використати «прогрес бар» HL4 («бар граф» від англ. bargraph) мікросхема HDSP-4832, що буде показувати витрата палива в одиницю часу рис. 3.10. Такий індикатор не буде показувати ніякої числової витрати палива, ні в одиницю часу, ні в одиницю пробігу, але проте дасть чітке візуальне відображення та представлення про моментальну витрату палива.

HDSP-4832 є високоефективним LED індикатором, що мають червоні, жовті й зелені сегменти світлодіодів зібраних у єдиному корпусі. Це 10-сегментна світлодіодна зборка, призначена для відображення різної інформації у вигляді гістограм. Корпуса індикаторних зборок легко сполучаються один з одним, таким чином, дозволяючи відображати досить повну інформацію в одному рядку.

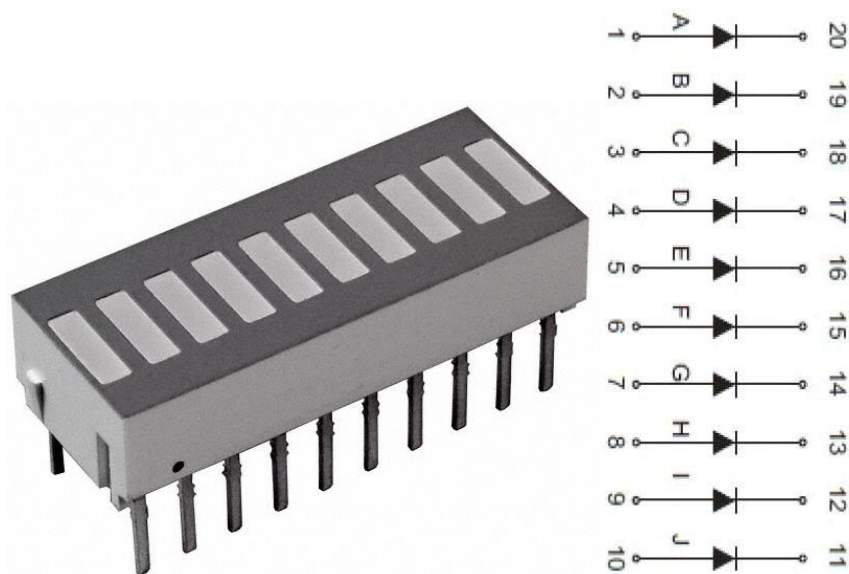


Рисунок 3.10 - Зображення й принципова схема прогресу-бара HDSP-4832

Використання таких LED зборок позбавляє розроблювачів від проблем підбора інтенсивності світіння дисплеїв додатків, і відповідності гама кольорів, пов'язаних з розробкою індикаторних панелей на одиночних світлодіодах.

Такі індикатори мають наступні особливості:

- більші, легко помітні сегменти;
- низьке енергоспоживання;
- надійна конструкція;
- широкий кут огляду;
- компактний корпус;
- висока контрастність;
- кілька рівнів сили світла.

Технічні характеристики:

- тип дисплея – гістограма;
- кількість сегментів – 10;
- кольори відображення - Зелений(x 3) / Червоний (x 3) / Жовтий (x 4);
- Інтенсивність відображення - 1.9/3.5/1.9 mcd;
- робоча напруга - 2.1/2.1/2.2 V;
- робочий струм - 30/30/20 mA;
- потужність розсіювання - 105/87/50m;

- температурний діапазон - $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$.

Також до системи індикації ставляться дві кнопки, що дозволяють задати поріг відображення витрати. Робота їх показана на прикладі, оскільки пристрій що самонавчається - щораз, виявивши нову максимальну витрату палива за одиницю часу, система запам'ятовує його, і згодом веде відображення щодо цього нового максимального значення. Прийmemo його за 100%. За допомогою кнопок початкової установки, можна примусово змусити шкалу заповнитися повністю при, приміром, 70% від максимуму. Таким чином, при споживанні 35% від максимуму, буде горіти половина шкали, при 70% і вище - вся шкала. Пристрій не призначений для точного обліку витрати (хоча й цій функції може бути досить просто реалізована - потрібно лише підключитися до датчика швидкості й дописати кілька рядків програмного коду), а для ефектного візуального відображення інформації.

Крім того, схема містить можливість виводу цифрової процентної інформації на тризначний семисегментний дисплей HL1 LB203YB, який служить для керівництва при налагодженні роботи пристрою. Для економії виводів мікроконтролера, дисплей підключений через доступні сдвигові регістри 74НС164 мікросхеми DD1, DD2, відповідно написані функції для динамічного виводу інформації.

Мікросхема 74НС164 є високошвидкісним Si-КМОН пристроєм і сумісна по виводах з низькою потужністю Шотткі TTL (LSTTL). $U_{\text{ип}}=2,0-6,0$ В, восьмирозрядний послідовний регістр зсуву із паралельними виходами.

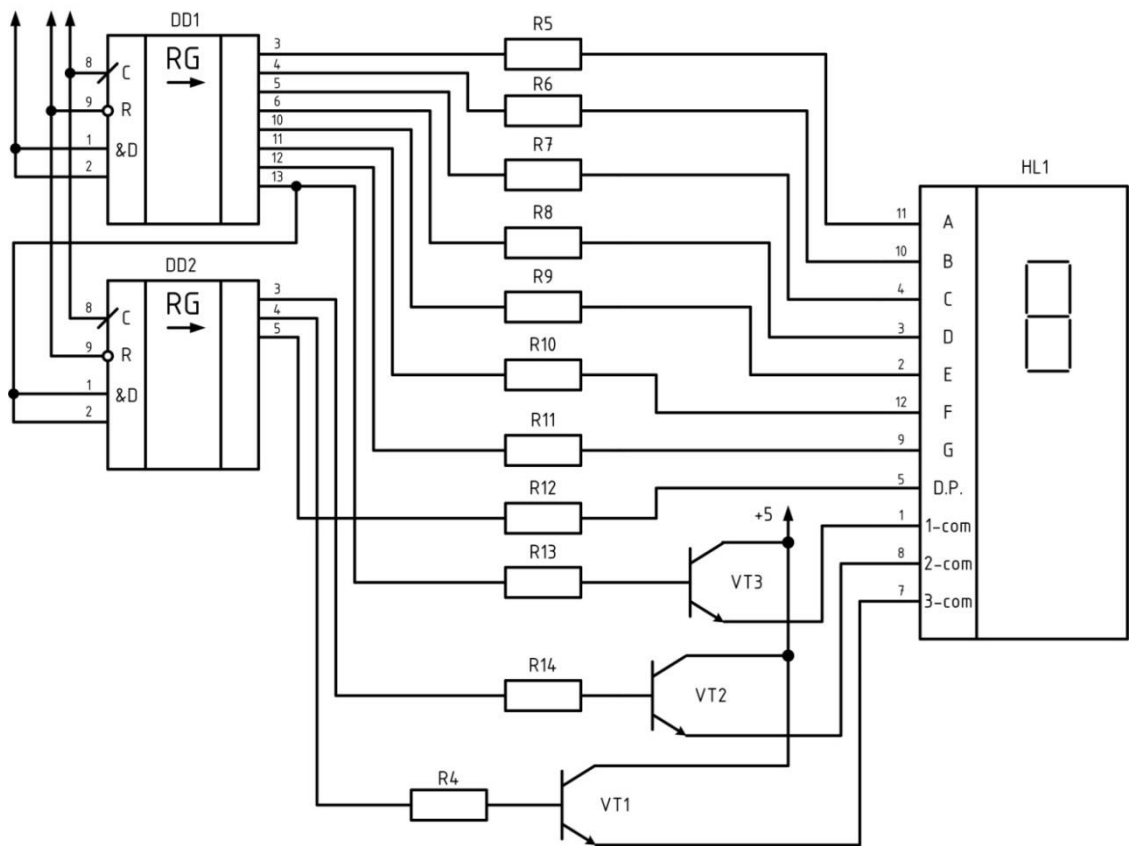


Рисунок 3.11 - Принципова схема динамічної індикації

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Класифікація витрат по способі переносу на собівартість продукції: прямі, непрямі

Витрати - це грошова оцінка вартості матеріальних, трудових, фінансових, природних, інформаційних й інших видів ресурсів на виробництво й реалізацію продукції за певний період часу. [29]

Витрати, що відображають витрати підприємства на виробництво й реалізацію продукції в грошовій формі, приймають форму собівартості. Разом з тим підприємства несуть ряд витрат, що відшкодовують за рахунок інших джерел (прибутку, фондів і спеціального призначення, цільового фінансування й цільових надходжень, державного бюджету й т.д.). Але основна частка витрат включається в собівартість продукції. Вони повинні відшкодовуватися з вартості зробленої й реалізованої продукції й приносити доход (прибуток).

Одні витрати на виробництво є простими, однорідними, інші - комплексними. Одна частина витрат включається в собівартість продукції безпосередньо прямим шляхом, інша - розподіляється. Одні витрати залежать від обсягу виробництва, інших - не залежать і т.д.

Тому все це різноманіття витрат, що утворюють собівартість продукції, необхідно класифікувати по певних ознаках. Це сприяє поліпшенню планування, прогнозування, обліку й аналізу.

По способу віднесення на собівартість продукції виділяються прямі й непрямі витрати. Розподіл витрат на прямі і непрямі має умовний характер. Так, у видобувних виробництвах, де, як правило, добувається один вид продукції, витрати прямі. У комплексних виробництвах, у яких з тих самих видів сировини й матеріалів виготовляються кілька видів виробів, основні

витрати є непрямими. Розширення питомої ваги прямих витрат сприяє більше точному визначенню собівартості продукції [30].

Фактори, що роблять вплив на поділ на прямі й непрямі витрати:

1. Істотність частки витрат. Чим вище питома вага конкретних витрат у загальній собівартості продукту, тим імовірніше, що економічно доцільно віднести їх до прямих.

2. Рівень інформаційних технологій. Чим вище технологія збору й обробки інформації, тим більша частка витрат може бути віднесена до прямих. Система штрих-кодів, наприклад, дозволила багатьом підприємствам частина витрат, раніше вінесених до непрямих, включити в категорію прямих витрат. Багато деталей і компоненти, використовувані при виробництві продукції, тепер мають певні штрих-коди, інформація яких зчитується на будь-якому етапі виробництва.

3. Характер бізнес процесів. Віднесення витрат до групи прямих набагато полегшено на тих підприємствах, де встаткування й інші потужності повністю або частково розмежовані між процесами виробництва конкретної продукції й обслуговування конкретного покупця.

4. Умови договорів. Наприклад, якщо в договорі встановлено, що певний компонент (чип Intel Pentium) може використатися лише при виробництві конкретного виду продукції (персональні комп'ютерні ІВМ), те набагато спрощує віднесення вартості цього компонента до прямих витрат [31].

Прямими є витрати по виробництву конкретного виду продукції. Тому вони можуть бути віднесені на об'єкти калькуляції в момент їхнього здійснення або нарахування прямо на підставі даних первинних документів. До них відносяться: витрати сировини, матеріалів, заробітна плата виробничих робітників й ін.

Непрямі витрати обумовлені виготовленням різних видів продукції й включаються в собівартість окремих видів продукції побічно (умовно),

пропорційно якій-небудь ознаці. Витрати, які на відміну від прямих, не можуть бути безпосередньо віднесені на виготовлення продукції. До таких ставляться, наприклад, частини витрат на зміст й експлуатацію встаткування, адміністративно-управлінські витрати, витрати на підвищення кваліфікації персоналу, витрати в інфраструктурі виробництва, витрати в соціальній сфері; вони розподіляються між різними виробами пропорційно обґрунтованій базі: заробітній платі виробничих робітників, вартості витрачених матеріалів, обсягу виконаних робіт [30].

Розрахунок прямих витрат. Витрати на сировину й матеріали розраховуються шляхом множення норми витрати на даний виріб на ціну відповідного виду матеріальних ресурсів. До результату додають транспортно-заготівельні витрати й віднімають вартість зворотних відходів за ціною їхньої реалізації (використання). Вартість покупних комплектуючих виробів і напівфабрикатів ставиться на собівартість відповідного виробу, виконання замовлення, будівництво об'єкта на основі первинних документів обліку. Аналогічно матеріалам обчислюються витрати по статті «Паливо й енергія на технологічні цілі» - шляхом множення норми витрати паливно-енергетичних ресурсів на одиницю продукції на відповідні ціни.

Витрати на основну заробітну плату виробничих робітників визначаються при відрядній оплаті праці за запланований обсяг робіт за відрядними розцінками, при погодинній оплаті - по тарифних ставках за майбутнє до відпрацьовування час. У цю же калькуляційну статтю включаються доплати по відрядно-преміальних системах оплати праці й премії робочим-почасовим. Додаткова заробітна плата виробничих робітників включається в собівартість виробів пропорційно основній. Єдиний соціальний податок і галузевий страховий внесок визначаються відповідно до встановленої норми відрахувань у відсотках до витрат на заробітну плату виробничих робітників (основну й додаткову).

Витрати на підготовку й освоєння виробництва включаються в планові калькуляції окремих видів продукції на підставі кошторису й планованого обсягу випуску продукції за встановлений строк погашення витрат [31].

Розподіл непрямих витрат. Непрямі витрати розподіляються на собівартість окремих видів продукції різними методами. До витрат по обслуговуванню виробництва й керуванню відносять витрати на зміст й експлуатацію машин й устаткування, загальновиробничі й загальногосподарські витрати. Витрати на зміст й експлуатацію встаткування розподіляються на собівартість окремих виробів наступними методами: за допомогою кошторисних ставок, що розраховують на основі коефіцієнто-машино-годиг; прямим розрахунком відповідних витрат на одиницю продукції; пропорційно основній заробітній платі виробничих робітників й ін.

Загальновиробничі (цехові) витрати по окремих видах виробів розподіляються на виготовляє продукцію, що, пропорційно основній заробітній платі виробничих робітників окремо по кожному цеху. Розподіл загальногосподарських витрат між окремими видами продукції виробляється аналогічно розподілу цехових витрат, з огляду на, що це витрати, загальні для всієї організації. Між видами зробленої або проданої продукції загальногосподарські витрати розподіляються пропорційно витратам на оплату праці працівників, пропорційно сукупним витратам на оплату праці працівників і витратам на зміст й експлуатацію встаткування, пропорційно витратам на переділ, неповної виробничої собівартості продукції й т.д.

Втрати від браку плануються у вигляді виключення в окремих виробництвах, перелік яких установлюється в галузевих інструкціях. Інші виробничі витрати прямо включаються в собівартість відповідних виробів або розподіляються між окремими виробами пропорційно їхньої виробничої собівартості (без інших виробничих витрат). Комерційні витрати розподіляються на собівартість одиниці виробу пропорційно виробничої

собівартості окремих видів продукції. Відзначимо, що собівартість продукції включає тільки ті витрати, які безпосередньо пов'язані з виробництвом і продажем продукції [29].

Непрямі витрати спочатку збираються на відповідних збірно-розподільчих рахунках, а потім включаються в собівартість конкретних виробів за допомогою спеціальних розрахунків розподілу. Вибір бази розподілу обумовлюється особливостями організації й технології виробництва й установлюється галузевими інструкціями із планування, обліку й калькулюванню собівартості продукції [30].

Непрямі витрати неможливо прямо віднести на який-небудь виріб. Вони розподіляються між окремими виробами відповідно до обраною організацією методики (пропорційно основній заробітній платі виробничих робітників, кількості відпрацьованого станко-годинника, годин відпрацьованого часу й т.п.). Ця методика описується в обліковій політиці підприємства. Непрямі витрати підрозділяються на дві групи:

- загальновиробничі (виробничі) витрати - це загальцевхові витрати на організацію, обслуговування й керування виробництвом. У бухгалтерському обліку інформація про їх накопичується на сч. 25 «Загальновиробничі витрати».

- загальногосподарські (невиробничі) витрати здійснюються з метою керування виробництвом. Вони прямо не пов'язані з виробничою діяльністю організації й ураховуються на сч. 26 «Загальногосподарські витрати». Відмінною рисою загальногосподарських витрат є те, що вони не змінюються залежно від зміни обсягу виробництва (продажів). Змінити їх можна управлінськими рішеннями, а ступінь їхнього покриття - обсягом продажів [31].

До прямих ставляться витрати, які безпосередньо можуть бути віднесені на собівартість даного виду продукції.

Наприклад, якщо який-небудь розділ сайту підтримується конкретним співробітником, що зайнятий цим розділом і тільки їм, те його заробітна плата буде ставитися до прямих витрат на підтримку цього розділу.

Якщо витрати не можна безпосередньо зв'язати з даним видом продукції, то вони називаються непрямими (накладними). У нашому прикладі до непрямих витрат можна віднести витрати по хостингу сайту, заробітну плату системного адміністратора й т.п.

Для обліку й аналізу дуже важливим моментом є точна калькуляція витрат по кожному виді продукції й кожному напрямку. Це необхідно, щоб визначити ефективність цих напрямків і продукції. Тому однієї із завдань фінансового обліку є розподіл непрямих витрат між ними. Для цього використовуються бази розподілу. Як така база вибирається який-небудь параметр, властивому кожному напрямку або виду продукції. Наприклад, щоб розподілити витрати на оренду офісу між різними підрозділами компанії можна враховувати як база розподілу площа, займану кожним підрозділом або кількість співробітників, зайнятих у підрозділі. Якщо необхідно розподілити витрати на хостинг сайту між його розділами, то як база розподілу можна використати відвідуваність кожного з розділів або кількість відновлень сторінок у добу в кожному з них [33].

Розподіл непрямих витрат у цьому прикладі відбувається в такий спосіб: загальна сума непрямих витрат ділиться на загальне значення бази розподілу (на загальну відвідуваність сайту в добу). Після цього для одержання частки витрат, що доводяться на кожен розділ, отримана величина множиться на відвідуваність кожного розділу.

Переваги й недоліки класифікації витрат на прямі/непрямі.

Класифікація витрат на прямі і непрямі використовується для калькуляції собівартості одиниці продукції методом повного поглинання. При цьому методі всі прямі, а також всі непрямі виробничі витрати (як постійні, так і змінні) включаються в собівартість зробленої продукції. Непрямі витрати

розподіляються між видами продукції пропорційно обраній базі (або базам) розподілу [34] (рис. 4.1).



Рисунок 4.1 - Розподіл витрат стосовно об'єкта витрат

4.2 Розрахунок собівартості пристрою

Розрахуємо повну собівартість проєктованого пристрою вимірювання та індикації витрати палива транспортного засобу. Собівартість виробу, що випускає - це виражені в грошовій формі поточні витрати підприємства на його виробництво й збут. Витрати на виробництво утворюють виробничу собівартість, а витрати на виробництво й збут - повну собівартість. Розрахунок собівартості продукту, що випускає, по статтях витрат називається калькуляцією.

Витрати, пов'язані з виробництвом і збутом розроблюваного пристрою, групуються по статтях:

- 1) матеріали й комплектуючі;
- 2) основна заробітна плата;
- 3) додаткова заробітна плата;
- 4) відрахування на соціальні заходи;
- 5) витрати на службові відрядження;
- 6) витрати на зміст й експлуатацію встаткування;

- 7) цехові витрати;
- 8) загальновиробничі витрати;
- 9) адміністративні витрати;
- 10) витрати на збут.

4.2.1 Витрати на матеріали й комплектуючі

Витрати на матеріали й комплектуючі зводяться до суми витрат на припій, друковані плати, радіодеталі, проведення та інше.

Витрати на комплектуючі наведені в таблиці 4.1.

Вартість сировини й напівфабрикатів наведена в таблиці 4.2.

Таблиця 4.1 - Дані на покупні й комплектуючі вироби

Найменування комплектуючих	Ціна, грн.	Кількість, шт.	Сума на виріб, грн.
Конденсатор C0603JB1E101M030BA	0,06	1	0,06
Конденсатори C0603JB1E104K030BB	0,21	3	0,63
Конденсатор C1005X5R1E473K050BA	0,09	1	0,09
Конденсатор C0603JB1E222K030BA	0,06	1	0,06
Напівпровідниковий діод P6KE18A - TRANSIL 600W 18V UNIDIR DO-15	1,96	1	1,96
Напівпровідниковий діод BZX79C 5V1 - DIODE ZENER 5.1V 500MW DO-35	0,31	1	0,93

Напівпровідниковий діод 1N4148 - RECTIFIER SILICON .15A 75V DO-35	0,14	1	0,14
Транзистори BC548C - TRANS NPN 30V 100MA TO-92	0,16	3	0,48
Регулятор напруги 4N37300 - OPTOCOUPLER TRANS-OUT VDE 6-DIP	1,07	1	1,07
Світлодіод LDT-A512RI - LED 7-SEG .56 TRIP GRN CA DIRECT	15,17	1	15,17
Світлодіод 4300F1LC - LED RED BRITE T	2,0	1	2,0
Світлодіод 4300F5LC - LED GREEN BRITE T-1	2,0	1	2,0
Світлодіод HDSP-4832 - LED BAR GRAPH 10SEG RED/YLW/GRN	44	1	44,0
Запобіжник 0402SFF100F/24-2 - FUSE 1.0A 24V FAST SMD 0402	1,97	1	1,97
Мікросхема 74HC164	1,7	2	3,4
Мікросхема 74HC14	0,97	1	0,97
Мікросхема ATmega8	25,71	1	25,71
Резистори 230619955103 - RES 10K OHM 3W 5% MET FILM SMD	0,6	10	6
Резистори 230619955102 - RES 1K OHM 3W 5% MET FILM	1,52	3	4,56

SMD			
Резистор 3005P-1-103 - POT 10K OHM 3/4" RECT WW SL MT	77,4	1	77,4
Резистор PLT0603Z2500AST5 - RES 250 OHM 0.05% 5PPM 0603 SMD	27,5	1	27,5
Резистори 230619955301 - RES 300 OHM 3W 5% MET FILM SMD	1,35	20	27
Резистори 230619955223 - RES 22K OHM 3W 5% MET FILM SMD	1,47	2	2,94
Резистор PLT0805Z5001AST5 - RES 5.0K OHM 0.05% 5PPM 0805 SMD	21,38	1	21,38
Резистор 230619955203 - RES 20K OHM 3W 5% MET FILM SMD	1,63	1	1,63
Разом:			265,65
Транспортні витрати 15%			39,1
Разом:			304,75

Таблиця 4.2 - Матеріали й напівфабрикати

Найменування	Марка матеріалу	Одиниці виміру	Норма витрати	Ціна за ед., грн.	Сума, грн.
Склотекстоліт	СФ-50-Г	кг	0,2	12,50	2,50
Припій	ПОС-61	кг	0,1	4,00	0,40
Лак	УР-21	кг	0,02	10,00	0,20

Гвинт	МЗ	шт.	10	0,03	0,30
Гайка	МЗ	шт.	10	0,03	0,30
Транспортні витрати 15%					0,50
Усього:					4,20

4.2.2 Витрати на основну заробітну плату

Розрахунок основної заробітної плати Z_o виробничих робітників на 1 одиницю виробу вироблятися по формулі (4.1):

$$Z_o = \sum_{i=1}^n TC \cdot Ч, \quad (4.1)$$

де $TC = 15$ - тарифна ставка робітника, що задіяний у виробництві пристрою, грн./година;

$Ч = 16$ – витрачене робітником час на виробництво й налагодження пристрою;

$n = 2$ - кількість працівників задіяних у виробництві.

Таким чином, використовуючи вираження (4.1),

$$Z_o = \sum_{i=1}^2 15 \cdot 16 = 2 \cdot 15 \cdot 16 = 480 \text{ грн.}$$

4.2.3 Додаткова заробітна плата

$$Z_d = Z_o \cdot (K_d / 100), \quad (4.2)$$

де K_d – відсоток додаткової заробітної плати (приймається – 20%).

Розраховуємо додаткову заробітну плату:

$$З_д = 480 \cdot 0,2 = 96 \text{ грн.}$$

4.2.4 Відрахування у фонд соціального страхування

Відрахування у фонд соціального страхування відповідно до діючого законодавства становлять:

- на обов'язкове державне соціальне страхування у зв'язку з тимчасовою втратою працездатності й витратами, обумовленими народженням і похованням;
- на обов'язкове державне соціальне страхування на випадок безробіття;
- на державне (обов'язкове) пенсійне страхування (у Пенсійний фонд), а також відрахування на додаткове пенсійне страхування;
- фонд страхування нещасних випадків на виробництві й професійних захворюваннях, приведших до втрати працездатності.

Отже, відрахування становлять 36,3% від суми основної заробітної плати й додаткової заробітної плати:

$$В_{сз} = (З_о + З_д) \cdot \frac{36,3\%}{100}. \quad (4.3)$$

Підставляючи соотвествующие значення у формулу (4.3) одержуємо:

$$В_{сз.} = (З_о + З_д) \cdot 0,363 = (480 + 96) \cdot 0,363 = 209,08 \text{ грн.}$$

4.2.5 Витрати по змісту й експлуатації встаткування

Витрати по утриманню й експлуатації встаткування, визначаються як добуток основної заробітної плати на %РСЭО, визначається за допомогою

аналізу повної собівартості продукту (приймаємо значення РСЭО рівне 120%)

$$PCЭO = z_o \cdot \frac{PCЭO\%}{100}, \quad (4.4)$$

Підставляючи відповідні значення у формулу (4.4), одержуємо:

$$PCЭO = 480 \cdot 1,2 = 576 \text{ грн.}$$

4.2.6 Загальвиробничі витрати

Загальвиробничі витрати - витрати на керування підрозділом, цехом, витрати на службові відрядження працівників цеху (підрозділу), амортизаційні відрахування від вартості основних фондів загальцехового призначення. Витрати визначають у розмірі 130-250% від основної заробітної плати виробничих робітників:

$$P_{\Pi} = z_o \cdot \frac{P_{\Pi}\%}{100} \quad (4.5)$$

Отже, з обліком $P_{\Pi} = 130\%$ з вираження (4.5) можна визначити

$$P_n = 480 \cdot 1,3 = 624 \text{ грн.}$$

Сума статей 4.2. 1-4.2.6 – представляють *виробничу собівартість* виробу:

$$C_{\Pi} = (304,75 + 4,2) + 480 + 96 + 209,08 + 576 + 624 \approx 2294 \text{ грн.}$$

4.2.7 Адміністративні витрати

Адміністративні витрати можуть містити:

- витрати, пов'язані з керуванням підприємством;
- витрати на службові відрядження адміністрації підприємства;
- витрати на пожежну й сторожову охорону;
- витрати, пов'язані з підготовкою (навчанням) і перепідготовкою кадрів;
- витрати на перевезення працівників до місця роботи й назад;
- витрати на оплату відсотків за фінансові кредити, а так само відсотки за товарні й комерційні кредити; витрати, пов'язані з оплатою відсотків за користування матеріальними цінностями, узятими в оренду (лізинг);
- витрати, пов'язані з оплатою послуг комерційних банків й інших кредитно-фінансових установ;
- податкові відрахування.

Визначаються в розмірі 140-200% від основної заробітної плати:

$$P_a = Z_o \cdot \frac{P_a \%}{100}. \quad (4.6)$$

Таким чином, приймаючи $P_a = 140\%$, з (4.6) треба

$$P_a = 480 \cdot 1,4 = 672 \text{ грн.}$$

4.2.8 Позавиробничі (комерційні) витрати

Складаються з витрат на рекламу й передреалізаційну підготовку виробу. Орієнтовно ці витрати визначаються в розмірі 5-10% від виробничої собівартості.

$$P_B = C_{\Pi} \cdot \frac{P_B \%}{100}. \quad (4.7)$$

Отже, приймаючи $P_B = 5\%$, з вираження (4.7) можна визначити

$$P_B = 2294 \cdot 0,05 \approx 115 \text{ грн.}$$

4.2.9 Повна собівартості продукції

Сума статей 4.2.1-4.2.8 становлять повну собівартість продукції.

$$Z = C_{\Pi} + P_a + P_B, \quad (4.8)$$

з урахуванням отриманих значень C_{Π} , P_a , P_B , підставляємо їх у формулу:

$$Z = 2294 + 672 + 115 = 3081,$$

Калькуляція собівартості пристрою зводиться в табл. 4.4

Таблиця 4.4 - Калькуляція собівартості

№ п/п	Статті витрат	Сума, грн.
1	Покупні й комплектуючі вироби	304,75
2	Матеріали й напівфабрикати	4,20
3	Основна заробітна плата	480
4	Додаткова зарплата (20%)	96
5	Відрахування на соцстрахування (36,9%)	209
6	Витрати на зміст й експлуатацію встаткування (120%) від основної заробітної плати	576

7	Загальновиробничі витрати(130%)	624
	Виробнича собівартість	2294
8	Адміністративні витрати(140%)	672
9	Внепроизводственные (комерційні) витрати (5%)	115
	Повна собівартість	3081
Разом:		3081

4.3.10 Розрахунок ціни пристрою

У ринковій економіці існують різні методи ціноутворення: собівартість плюс прибуток, забезпечення фіксованого обсягу прибутку, залежно від рівня попиту [33].

Розрахунок оптової ціни виробу проводиться за схемою «собівартість плюс прибуток»:

$$C_{\text{опт}} = Z + П, \quad (4.9)$$

де Z - собівартість виробу, $П$ - розмір прибутку.

Прибуток визначається виходячи з показника рентабельності виробництва продукції встановленого підприємством:

$$R = (П / Z) \cdot 100\%$$

де R рентабельність продукції, приймається в розмірі 35%.

Тоді оптова ціна виробу визначається:

$$C_{\text{опт}} = Z + (R \cdot Z) / 100$$

Виробнича собівартість містить у собі суму витрат по статтях 1-7, зведену в таблицю 4.4. Прибуток устанавлюємо в розмірі 35% від повної собівартості.

$$Ц_{\text{опт}} = 3081 + (0,35 \cdot 3081) = 3081 + 1078 = 4159 \text{ грн.}$$

Тепер підрахуємо роздрібну ціну виробу:

$$Ц = Ц_{\text{опт}} \times \text{ПДВ}, \quad (4.10)$$

де Ц - ціна виробу, грн.;

ПДВ - податок на додану вартість, 20%.

$$Ц = 4159 \cdot 1,2 = 4990 \text{ грн.}$$

Таким чином, відпускна ціна підприємства-виготовлювача на пристрій становить 4990 грн.

Таким чином, наведена орієнтовна оцінка собівартості проектного пристрою, а також розрахована роздрібна ціна за схемою "собівартість плюс прибуток", що дозволяє судити про приблизну економічну вигоду застосування продукту. Позитивні сторони даної методики полягають у її простоті, комплексній очевидності такої функції ціни як відшкодування витрат на виробництво й забезпечення прибутковості від створення й реалізації продукту. Недолік даної методики полягає в тому, що вона слабо враховує ринкові фактори ціноутворення й, насамперед, попит [27, 28]. Однак у реальній перехідній економіці існують ситуації, коли підприємствам доцільно неї застосовувати: в умовах відсутності конкуренції (монополії), при обмеженні рентабельності продукції з боку держави, виконанні одноразових замовлень, виготовленні оригінальної продукції.

Використання розроблюваного пристрою дозволяє водієві транспортного засобу в зручній і звичній для людини формі одержувати інформацію про миттєву витрату палива. Для встановлення реальної ціни, що могла б конкурувати на існуючому ринку з іншими продуктами, необхідні відповідні маркетингові дослідження.

ВИСНОВКИ

Системи контролю за витратою палива транспортних засобів активно розвиваються. Такі пристрої знаходять застосування при рішенні широкого спектра завдань і виконують різні функції. Це й функція обліку, і охоронна, і оперативна диспетчерська, і аналітична, і інформативна, які можуть забезпечити системи виміру й індикації витрати палива транспортного засобу.

Таким чином, побудова нових систем виміру й індикації витрати палива є актуальним завданням. А пристрої, що реалізують їх, знаходять застосування в: службах таксі; швидка допомога й оперативні служби; вантажоперевезення; робота самоскидів; контроль вивезення й заготівлі лісу; пасажирські перевезення, і найбільше часто застосовувана - особистий транспорт, легкові автомобілі.

На основі огляду літературних джерел був проведений аналіз існуючих методів вимірювання витрати палива, зокрема для випадку використання інжекторної системи подачі палива. На основі проведеного аналізу був розроблений алгоритм функціонування системи вимірювання та індикації витрати палива на підставі, якого була запропонована структурна схема системи.

Спроектована система вимірювання й індикації витрати палива транспортного засобу має наступні функціональні можливості:

- виконання основного прикладного завдання (вимірювання інтервалу часу, на який відкривається форсунка);
- забезпечення індикації миттєвої витрати палива для інжекторної системи подачі палива;
- забезпечення взаємодії із зовнішніми пристроями через інтерфейсну шину розширення.

Так само розроблена система відповідає основними технічними вимогами до пристрою вимірювання та індикації витрати палива транспортного засобу:

- тип системи подачі палива транспортного засобу - інжекторний;
- система живлення пристрою - від бортової мережі транспортного засобу;
- система індикації результатів виміру- світлодіодний «прогрес-бар»;
- можливість самонавчання системи на підставі раніше отриманих вимірів і перемикання режимів навчання пристрою;
- можливість обнулення раніше отриманого максимального результату виміру;

Рішення сформульованих завдань на проектування, а також реалізація функціональних можливостей і технічних вимог до розроблюваної системи вимірювання та індикації витрати палива транспортного засобу дозволила досягти основну мету роботи: поліпшення візуалізації миттєвої витрати палива транспортного засобу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Корнее В.В., Киселев А.В. Современные микропроцессоры. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 448 с.
2. Уильям Гибсон Периферийные устройства. – М.: Азбука, 2015.–448 с.
3. Лапин А.А. Интерфейсы. Выбор и реализация. – М.: Техносфера, 2005. –168 с.
4. Зихла Ф. ЖКИ, светоизлучающие и лазерные диоды: схемы и готовые решения. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 336 с.
5. Шмаков С.Б. Энциклопедия радиолюбителя. Современная элементная база. – СПб.: Наука и техника, 2012. – 384 с.
6. Схемотехника электронных систем. Микропроцессоры и микроконтроллеры / Бойко В.И., Гуржий А.Н., Жуйков В.Я., Зори А.А., Спивак В.М., Терещенко Т.А., Петергеря Ю.С. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 464 с.
7. Кушков В.М. Мікропроцесорна техніка. Курс лекцій К.: НУХТ, 2011. - 148 с
8. Самофалов К.Г. Прикладная теория цифровых автоматов. – Киев: Высшая школа, 1987. – 375 с.
9. Громаковский А. Устройство автомобиля для сдающих экзамены в ГИБДД и начинающих водителей. – СПб.: Питер, 2010. – 178 с.
10. Герман Шрайбер, Жан Эрбен, Том Адам Справочник по микросхемам - Тома 1 – 4. – М.: ДМК Пресс, 2005. – 211(1), 203(2), 210(3), 139(4)с.
11. Якубовский С.В. Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы. – М.: Радио и связь, 1990. – 496 с.
12. Алексеев С.Н. Приминение микросхем КР1533// Радио. – 1991, №1 – с. 50-52.
13. Аванесян Г.Р., Лёвшин В.П. Интегральные микросхемы ТТЛ, ТТЛШ. – Москва: Машиностроение, 1993. – 256с.

14. Цирульник С. М. Проектування мікропроцесорних систем: навчальний посібник/ С. М. Цирульник, Г. Л. Лисенко.
15. Жабін В.І., Жуков І.А., Клименко В.В., Ткаченко В.В. Мікропроцесорні системи: Навчальний посібник з грифом МОН України. – К.: Видавництво «СПД Гуральник», 2009. – 592 с.
16. Ревич Ю.В. Практическое программирование микроконтроллеров Atmel AVR на языке ассемблера. Спб.: БХВ-Петербург, 2014. – 368 с.
17. Бабіченко А. К. Мікропроцесорні засоби в автоматизованих системах керування технологічними процесами : підручник. Харківський політехнічний ін-т, нац. техн. ун-т. – Харків : ТОВ "Водний Спектр Джі-Ем-Пі", 2016. – 440 с.
18. Кнут Д. Искусство программирования для ЭВМ. Том 1. Основные алгоритмы. – Москва: Мир, 1976. – 734 с.
19. Борисенко О.А. Дискретна математика: Підручник. – Суми: ВДТ «Університетська книга », 2007. – 225 с.
20. Кострикин А.И. Введение в алгебру. – Москва: Мир, 1966. – 496 с.
21. Баранов, В.Н. Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы. – М.: Додэка-XXI, 2006. - 288 с.
22. Хартов, В.Я. Микроконтроллеры AVR. Практикум для начинающих: Учебное пособие. – М.: Додэка-XXI, 2012. - 280 с.
23. Трамперт, Вольфганг. Измерение, управление и регулирование с помощью AVR микроконтроллеров. – М.: МК-Пресс, 2014. - 208 с.
24. Белов А.Б. Конструирование устройств на микроконтроллерах. – М.: Наука и Техника, 2005. – 255 с.
25. Предко М. Руководство по микроконтроллерам. Том 1. / Пер. с англ. под ред. И. И. Шагурина и С.Б. Лужанского - М.: Постмаркет, 2001. – 416 с.

26. Предко М. Руководство по микроконтроллерам. Том 2. / Пер. с англ. под ред. И. И. Шагурина и С.Б. Лужанского - М.: Постмаркет, 2001. – 488 с
27. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейство Classic фирмы "ATMEL" - 2-е изд., стер. - М.: Издательский дом "Додека XXI", 2004. - 280 с
28. Бородин И. Ф., Судник Ю. А. Автоматизация технологических процессов. – М.: Колос, 2007. – 344 с.
29. Гребнев В. В. Микроконтроллеры семейства AVR фирмы Atmel. – М.: ИП РадиоСофт, 2002. – 176 с.
30. Белов А. В. Микроконтроллеры AVR в радиоловительской практике. – СПб.: Наука и техника, 2007. – 352 с.
31. Скляренок В.К. Прудников В.М. Экономика предприятия. – М.: ИНФРА-М, 2006. – 528 с.
32. Покровский С.Ф. Экономика предприятия. – К.: КНЭУ, 2003. – 608 с.
33. Хорнгрен Ч., Фостер Дж., Управленческий учет. – СПб.: Питер, 2005. – 1008 с.
34. Покропивний С.Ф. Економіка підприємства. – К.: Хвиля-Прес, 1995. – 208 с.
35. Мельник Л.Г. Економіка підприємства. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2004. – 678 с.
36. Шеренбек Х. Экономика предприятия. – СПб.: Питер, 2005. – 848 с.
37. Титов В.И. Экономика предприятия. – М. : Эксмо, 2008. – 416 с.
38. Мельник Л.Г. Ильяшенко С.Н. Экономика информации и информационные системы: Учебн. пособ. – Сумы: ИТД «Университетская книга», 2004. – 400 с.
39. <http://vseznayko.com.ua/shho-take-inzhektor-osoblivosti-ta-vidmi.html>