



УДК 681.325
DOI 10.21685/2587-7704-2018-3-1-3



Open
Access

RESEARCH
ARTICLE

Устройство для предупреждения аварийных ситуаций на транспорте на основе частотного интегрирующего развертывающего преобразователя

Н. В. Громков

Пензенский государственный университет, Россия, 440026 г. Пенза, ул. Красная, 40

М. В. Каширин

Пензенский государственный университет, Россия, 440026 г. Пенза, ул. Красная, 40

В. Ю. Орехов

Пензенский государственный университет, Россия, 440026 г. Пенза, ул. Красная, 40

Аннотация. Объектом разработки является устройство, предназначенное для предупреждения аварийных ситуаций на транспорте на основе частотного интегрирующего развертывающего преобразователя. Представлены структурная схема устройства, схемы модуля частотного интегрирующего развертывающего преобразователя, функции преобразования отдельных узлов.

Ключевые слова: устройство, датчик, тензорезистор, преобразователь, частота, напряжение, компаратор.

A device for the prevention of transport emergency situations based on the frequency integrated scan converter

N. V. Gromkov

Penza State University, 40 Krasnaya Street, 440026, Penza, Russia

M. V. Kashirin

Penza State University, 40 Krasnaya Street, 440026, Penza, Russia

V. Yu. Orekhov

Penza State University, 40 Krasnaya Street, 440026, Penza, Russia

Abstract. A device designed to prevent emergency situations on transport on the basis of a frequency integrated scan converter is the research object. A block diagram of the device, the scheme of the module of the frequency integrated scan converter, transformation functions of individual nodes are presented.

Key words: device, sensor, strain gage, converter, frequency, voltage, comparator.

Повышение безопасности перевозок путем разработки принципов действия и создания устройств контроля функционального состояния водителя в настоящее время является чрезвычайно актуальной задачей, несмотря на революционное развитие электронных систем управления. Особенно актуальна эта задача в транспортной сфере, в частности, для автомобильных перевозок. Известно,

что 70...90 % аварийных ситуаций сложных технических систем – следствие неправильных действий человека-оператора.

На автомобильных дорогах России ежегодно гибнут десятки тысяч людей, сотни тысяч получают ранения. Из доступной статистики по ДТП следует, что около 80 % этих случаев происходят по вине водителя. При этом 20 % ДТП с тяжелыми последствиями могут быть отнесены на счет низкого уровня бодрствования водителя, а именно: снижение бдительности, состояние дремоты и засыпание за рулем. Каждая отрасль в силу специфики процессов производства обладает определенными особенностями в организации труда своего персонала. На автомобильном транспорте эти особенности связаны с водителями – основной категорией рабочих на транспорте. Труд водителей происходит вне трудового коллектива. Водитель испытывает нервно-эмоциональную перегрузку. Для водителя характерно понятие «рабочее место» – автомобиль и «рабочая зона» – дорога, АТП, АЗС и т.п. Рабочее место – автомобиль является местом повышенной опасности. От работы водителей во многом зависит выполнение плана перевозок. Поэтому одной из важнейших задач является предупреждение засыпания водителей за рулем транспортного средства.

По данным страховых компаний, четвертая часть аварий на автобанах происходит из-за засыпания водителей за рулем. Отечественная статистика называет близкую цифру. Чаще всего водитель засыпает во время долгого и монотонного движения по загородной дороге.

Исследования показали, что четыре часа, проведенные за рулем, снижают время реакции водителя в два раза, через восемь часов управления автомобилем время реакции уменьшается в шесть раз. Существует много советов, как бороться с сонливостью: периодические остановки и физические упражнения, беседа с попутчиком и др.

Надежность водителей в значительной степени зависит от их работоспособности. Высокая работоспособность обеспечивает выполнение работы с высокой производительностью и высокими качественными показателями. При управлении автомобилем в состоянии сниженной работоспособности водители допускают ошибки, которые иногда приводят к ДТП. Причиной снижения работоспособности водителей чаще всего является утомление. Эта тема очень актуальна в наше время, в связи с резким появлением большого количества автомобилей.

Было разработано устройство для предупреждения аварийных ситуаций на транспорте на основе частотного интегрирующего развертывающего преобразователя (далее устройство). Подобные решения позволят водителю больше доверять своему автомобилю.

Электрическая структурная схема устройства представлена на рис. 1.

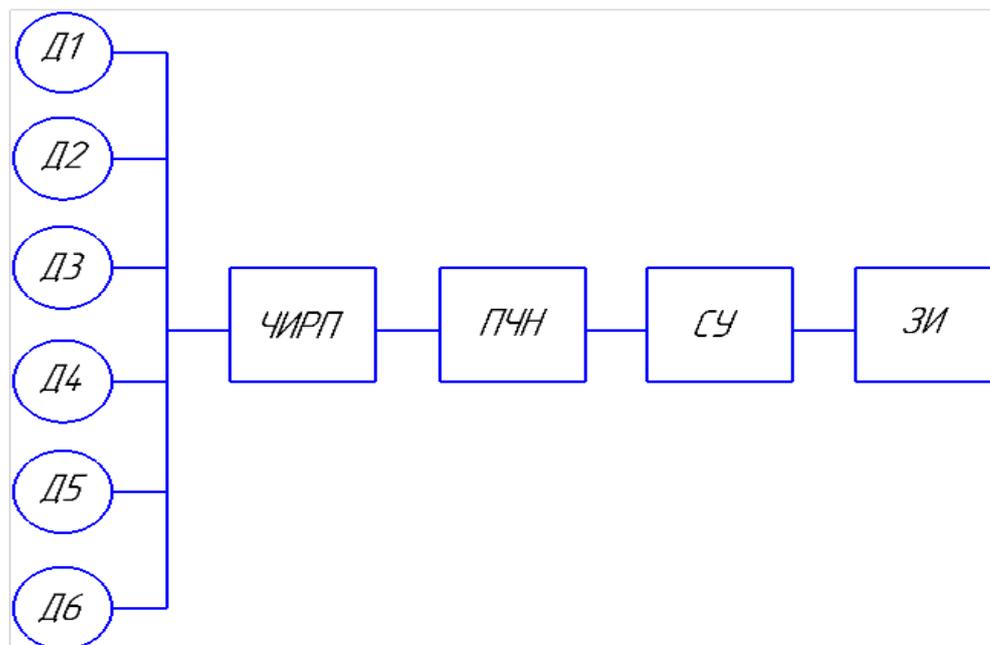


Рис. 1. Схема электрическая структурная

Работа устройства по структурной схеме происходит следующим образом. Суммарный сигнал с тензорезистивных датчиков, пропорциональный весу оператора, поступает на вход частотных интегрирующих развертывающих преобразователей (ЧИРП) [1]. Частотный сигнал, поступающий с выхо-

да ЧИРП, преобразуется с помощью ПЧН в постоянное напряжение, которое сравнивается в блоке СУ с опорным напряжением, регулируемым с помощью резистивного делителя под вес оператора. Сравнивающее устройство выдает сигнал на звуковую индикацию при резком изменении напряжения с выхода ПЧН.

В результате компьютерного моделирования ЧИРП в программе MicroCap был получен график зависимости выходной частоты от веса оператора, представленный на рис. 2.

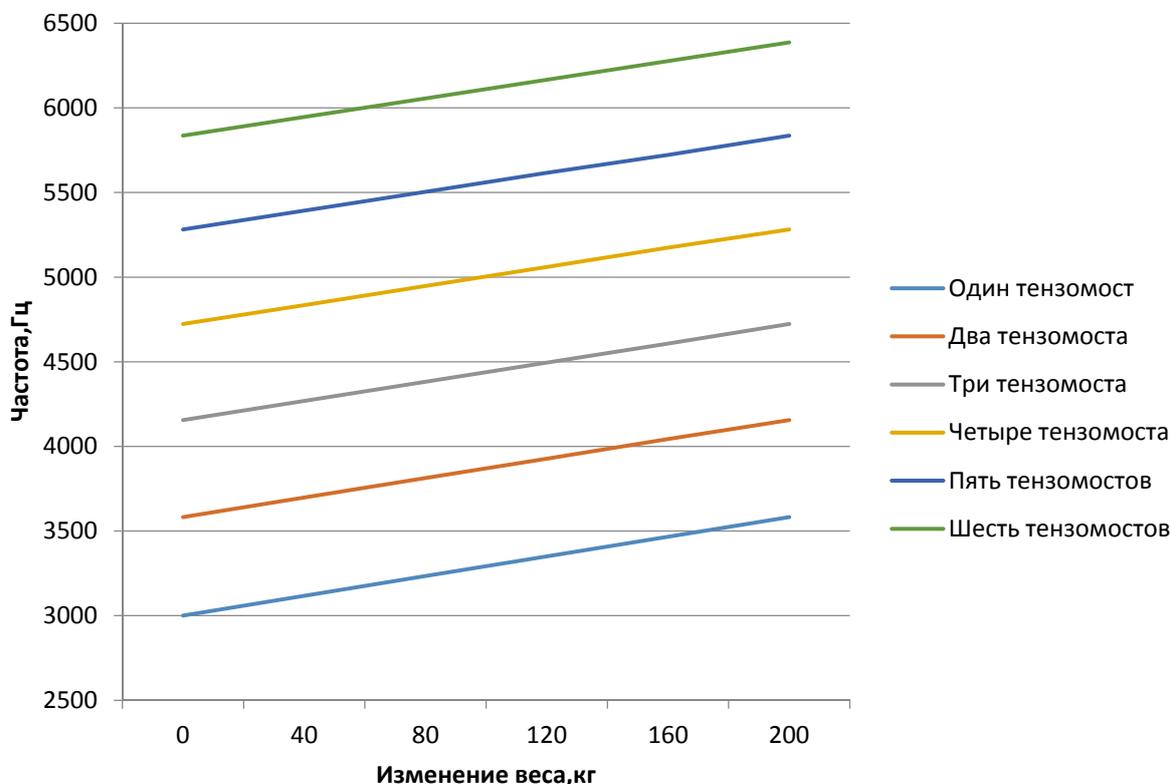


Рис. 2. График изменения частоты выходного сигнала (Гц) в зависимости от веса оператора

Из графика следует, что частота выходного сигнала с ЧИРП изменяется в диапазоне от 3 до 6,5 кГц, пропорционального изменению весу оператора до 200 кг.

В связи с этим актуальным является применение частотных интегрирующих развертывающих преобразователей для работы с датчиками резистивного типа в силу того, что они просты в схемотехническом решении, не требуют дополнительных настроек и программирования, с малым энергопотреблением, частотным выходным сигналом, который обладает большей помехозащищенностью по сравнению с аналоговыми при передаче на большие расстояния. Кроме того, при работе с резистивными датчиками ЧИРП не требуют стабилизированных источников питания измерительной цепи и при несложных схемотехнических решениях позволяют снизить температурную погрешность тензометрических преобразователей.

Структурная схема ЧИРП с датчиком представлена на рис. 3.

Она содержит измерительную цепь (ИЦ) с резистивным датчиком, включенным по одной из схем включения (мостовая или в виде делителя напряжения), и непосредственно ЧИРП, содержащий интегратор (ИНТ), сравнивающее устройство (СУ) (компаратор) и инвертирующий усилитель (ИУ) (с переменным коэффициентом передачи), который может быть использован как инвертор (с коэффициентом передачи, равным единице), либо как второй компаратор. Отрицательные обратные связи, показанные пунктиром, могут использоваться для питания датчиков в зависимости от их типов и схем включения в ИЦ.

Учитывая опыт работы с ЧИРП и развитие отечественной элементной базы, авторами предлагается универсальный микромодульный ЧИРП, собранный на бескорпусных микромощных операционных усилителях (ОУ). Поскольку в этом устройстве используется шесть параллельно включенных тензодатчиков, чтобы снимать сигналы с разных участков сиденья-кресла, то схема приняла вид, представленный на рис. 4.

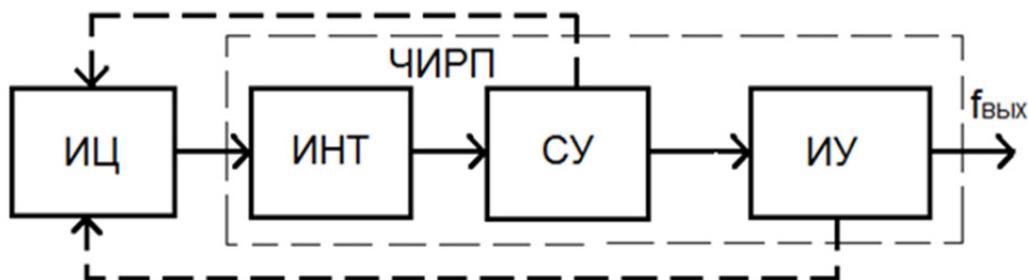


Рис. 3. Структурная схема ЧИРП

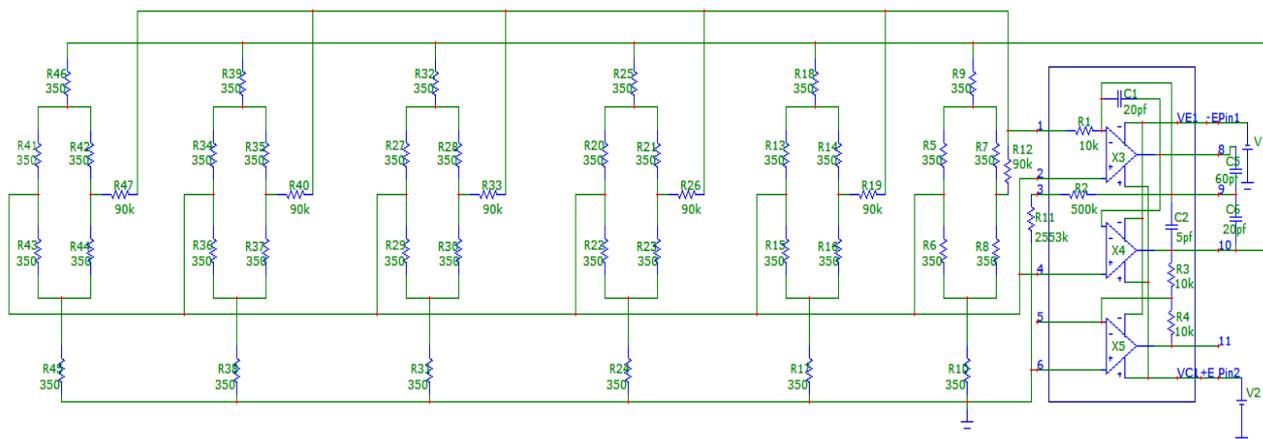


Рис. 4. Схема подключения модуля ЧИРП к шести параллельно подключенным тензорезистивным датчикам давления

Схема содержит: интегратор, собранный на ОУ X1 с конденсатором $C1 = 20$ пФ в отрицательной обратной связи, резисторами $R1 = 10$ кОм и $R2 = 500$ кОм с дозирующей емкостью $C2 = 5$ пФ, включенной между инвертирующим входом ОУ интегратора и выходом компаратора, собранного на ОУ X2; инвертирующий усилитель на ОУ X3 с коэффициентом передачи, задаваемым отношением сопротивлений резисторов $R4/R3$, равных в данном случае по 10 кОм. Питание модуля осуществляется от двухполярного источника постоянного напряжения $+E$ и $-E$ в диапазоне от 5 до 15 В. Имеется возможность подключения навесных элементов к выводам модуля с целью изменения номиналов $C1$, $C2$, $R1$, $R2$ и $R4$ в зависимости от схем подключения ИЦ с датчиком и задания необходимых параметров диапазона изменения частоты выходного сигнала и чувствительности ЧИРП. Питание тензоэлемента осуществляется двухполярным сигналом прямоугольной формы типа «меандр» с выхода компаратора X2. Инвертирующий усилитель X3 в данной схеме можно использовать как дополнительный, выходной сигнал которого инвертирован по отношению к сигналу с выхода X2. Дополнительный навесной резистор $R8$ подключен последовательно к входному сопротивлению $R1$ интегратора, а конденсатор $C3$ – параллельно к дозирующей емкости конденсатора $C2$.

В качестве преобразователя частоты, которая поступает с выхода ЧИРП, в напряжение (ПЧН) была выбрана микросхема 1108ПП1, у которой среднее значение аналогового выходного напряжения пропорционально частоте импульсов входного сигнала. Он преобразует выходной сигнал с ЧИРП в постоянное выпрямленное напряжение, изменяющееся в диапазоне от 0 до 5 В при соответствующем изменении частоты от 0 до 5 кГц.

Функция преобразования электронного датчика – это зависимость информативного параметра выходного сигнала электронного датчика от информативного параметра его входного сигнала.

Функция преобразования ЧИРП данной схемы

$$f = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 + \varepsilon_4 + \varepsilon_5 + \varepsilon_6}{4R_{\text{и}}C_{\text{д}}},$$

где f – частота выходного сигнала ЧИРП, Гц; $\varepsilon = \Delta R / R$ – относительное изменение сопротивления тензоэлемента; $R_{\text{и}}$ – сопротивление интегратора, Ом; $C_{\text{д}}$ – емкость дозирующего конденсатора, пФ.

Функция преобразования ПЧН

$$U_{\text{вых}} = f \frac{I_{\text{п}}}{C}.$$

Основная приведенная погрешность преобразования сигнала с датчика давления (без учета первичного преобразователя) не превышает 1 %.

Разработанное устройство позволяет предотвратить аварийные ситуации на транспорте.

Библиографический список

1. Громков, Н. В. Интегрирующие развертывающие преобразователи параметров датчиков систем измерения, контроля и управления : монография / Н. В. Громков. – Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2009. – 244 с.

Громков, Н. В.

Устройство для предупреждения аварийных ситуаций на транспорте на основе частотного интегрирующего развертывающего преобразователя / Н. В. Громков, М. В. Каширин, В. Ю. Орехов // Инжиниринг и технологии. – 2018. – Vol. 3(1). – DOI 10.21685/2587-7704-2018-3-1-3.