

ПРИМЕНЕНИЕ ГИРОСКОПА ДЛЯ ОЦЕНКИ УСТАЛОСТИ РАБОТНИКА

Капля М. А., Костин Д.А., Тымкович М.Ю.

Харьковский национальный университет радиозлектроники, г. Харьков, Украина. E-mail: merkap00@gmail.com
Работа посвящена количественной оценке усталости работника с использованием специализированных технических средств. Предложена конструкция такого устройства на основе 3-х осевого гироскопа. Описаны биофизические особенности разработки такого устройства.

Ключевые слова: гироскоп, акселерометр, тремор, усталость.

APPLICATION OF GYRO FOR ESTIMATING WORKER'S FATIGUE

Kaplia M., Kostin D., Tymkovych M.

Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, 61166, Ukraine, E-mail: merkap00@gmail.com

The work is devoted to a quantitative assessment of employee fatigue using a specialized technical device. Proposed the design of such a device based on a 3-axis gyroscope. Described the biophysical features of the development of such kind of device.

Key words: gyroscope, accelerometer, tremor, fatigue.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. Современные реалии Украины требуют все большего количественного контроля усталости работников. Особенно актуальным является вопрос оценки применительно к транспортной отрасли, поскольку на дорогах Украины из-за потери внимания и усталости водителей происходит все больше аварий, жертвами которых становятся различные категории населения. Таким образом, требуется разработка аппаратно-программных средств по оценке усталости человека [1]. Одним из таких перспективных направлений являются технические средства с применением цифровых гироскопов. Исторически военная отрасль являлась основной для применения гироскопических устройств. В тоже время, с развитием биотехнологий и биомедицинской инженерии стали появляться задачи, в основе которых лежит применение этого типа сенсоров для определения положения конкретных частей тела в пространстве с целью оценки определенных физиологических параметров человека и их нормирования. Поэтому использование гироскопического датчика для задач определения степени усталости работника является актуальной задачей.

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. Технология гироскопа и акселерометра применяется, в основном, для стабилизации объекта в пространстве, а также вычисления его координат, примером такой области использования могут служить навигационные системы, главной задачей которых является определение положения исследуемого объекта в пространственных координатах. Между тем, возможно использование данной технологии в биомедицинской технике, а именно для определения степени усталости работника по количеству сокращений мышц, например руки – для регистрации тремора верхней конечности. Также возможно определение низкочастотных изменений в осанке испытуемого, и как следствие, оценке интегрального показателя усталости работника.

Непроизвольные сокращения и расслабления мышц внешне проявляются, как дрожь. Если взять руку, которая будет параллельна полу, и обозначить её, как базовую ось (ноль), то помещенный 3-х осевой гироскоп на поверхность тела, при проявлении признаков дрожи (вверх-вниз) будет регистрировать данное отклонение.

Тремор представляет собой гиперкинез конечностей, проявляется он в непроизвольных колебательных движениях конечностей тела (руки, ноги, нижняя челюсть, голова). Заболевание может быть вызвано различными факторами: усталость, болезнь Паркинсона, повреждение мозжечка, эмоциональный срыв, отравление ртутью, литием, алкоголем и т. д. [1]. Т.к. тремор по частоте колебательных движений делится на медленный (3-5 Гц) и быстрый (6-12 Гц), то, например, при регистрации частоты в 6-12 Гц будет выдаваться информация о высоком переутомлении работника.

Для исследования был взят модуль 3-х осевого гироскопа и акселерометра GY-521 MPU-6050. Принцип его работы базируется на определении угла поворота объекта при помощи измерений угловых скоростей. В нем используется действие силы Кориолиса, которая отклоняет вибрирующую пластинку. Это смещение относительно нуля регистрируется и преобразуется в угловую скорость. Однако, гироскопы применяются не по отдельности, а в комплексе с акселерометрами. Такая потребность вызвана тем, что при снятии показаний с обоих датчиков компенсируется погрешность каждого взятого отдельно датчика. Акселерометры, измеряя линейное ускорение, в основном применимы на длинных дистанциях. Применяя их на более коротких дистанциях, можно получить шум. В свою очередь гироскопы применимы на коротких расстояниях, т. к., если использовать их на длинных участках, то при интегрировании суммы всех показаний будет накапливаться погрешность, что приведёт к неточностям самих показаний. Поэтому гироскопы используют с акселерометрами, чтобы компенсировать погрешности, вызванные не только методом получения измерений, но и внешними факторами (вибрация конструкции). После считывания данных с обоих датчиков и преобразования их используется специальный метод математических расчётов [2].

Основываясь на том, что гироскоп в комплексе с акселерометром регистрирует малейшие (в зависимости от диапазона чувствительности различных модулей) изменения положения объекта в координатной сетке, то можно определить вид тремора, его причину и влияние на работоспособность. К примеру, люди с сенильным тремором, который не оказывает значительного влияния на движения человека, могут допускаться к работе. Данный вид тремора определяется смешанным дрожанием пальцев рук, нижней челюсти и головы.

Исходя из вышеизложенного, была разработана структурная схема устройства (рис. 1)

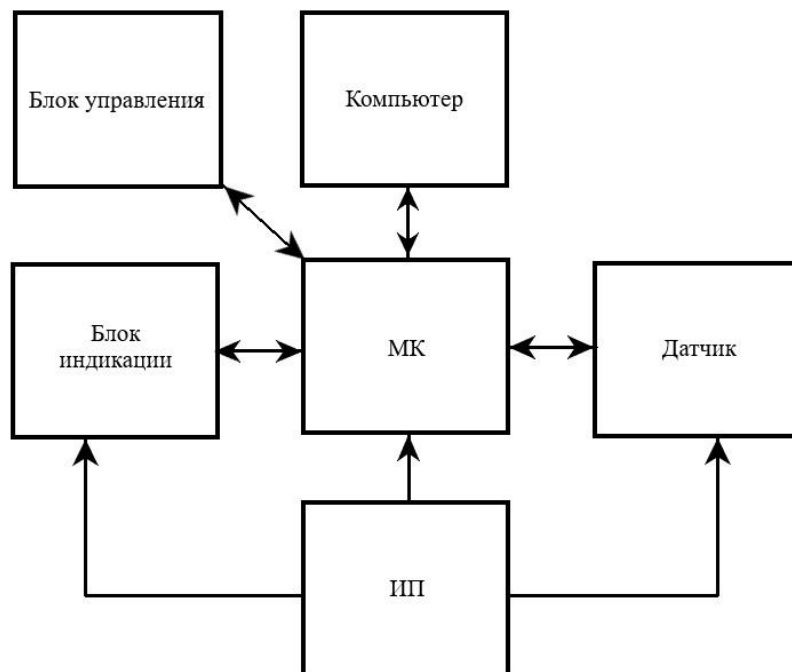


Рис. 1 – Структурная схема устройства

Центральным элементом устройства является микроконтроллер (МК). В качестве микроконтроллера был взят Arduino Uno - это устройство на основе микроконтроллера ATmega328. В его состав входит все необходимое для удобной работы с микроконтроллером: 14 цифровых входов/выходов (из них 6 могут использоваться в качестве ШИМ-выходов), 6 аналоговых входов, кварцевый резонатор на 16 МГц, разъем USB, разъем питания, разъем для внутрисхемного программирования (ICSP) и кнопка сброса. Для начала работы с устройством достаточно просто подать питание от источника питания (ИП), либо подключить его к компьютеру посредством USB-кабеля.

Микроконтроллер получает данные от датчика, который регистрирует минимальные отклонения от нормального положения. Обработку этих параметров обеспечивает компьютер, которые в первую очередь будут использоваться в качестве входных данных при разработке алгоритмов анализа степени усталости работника.

Для визуализации полученных данных будет использоваться блок индикации. В его основе будет лежать жидкокристаллический индикатор. Данный блок будет напрямую подключен к ИП.

ВЫВОДЫ. В результате исследования показана необходимость разработки биомедицинских устройств с использованием гироскопа. Применяя 3-х осевые гироскопы в датчиках движения на человеческом теле, можно не только снимать различные физиологические параметры (количество сокращений мышц), но и осуществлять нормирование этих параметров, а также определять и классифицировать различные патологии, к примеру, связанные с неправильным функционированием отдельных частей мозга. В дальнейшем полученные данные можно будет учитывать в технологической документации по охране труда на производстве. Таким образом, работоспособность человека будет рассматриваться и с точки зрения соблюдения технологических норм, и с точки зрения адекватного функционирования организма в процессе работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Селиванова К. Г. Экспериментальное исследование тонкой моторики рук с помощью цифрового графического планшета / К. Г. Селиванова // Вестник Нац. техн. ун-та "ХПИ" : сб. науч. тр. Темат. вып. : Новые решения в современных технологиях. – Харьков : НТУ "ХПИ". – 2013. – № 18 (991). – С. 137-143.
2. Chan Y.J., Huang J.-W. Multiple-point vibration testing with micro-electromechanical accelerometers and micro-controller unit // Mechatronics, Volume 44, June 2017. – P. 84-93.