

Модернизация калибровочного модуля аппаратно-программного комплекса для реализации локальной гипертермии.

М.В. Гавриленко, студент гр.361-1, ТУСУР, г. Томск

Научные руководители В.Д. Семёнов, проф. каф. прЭ, к.т.н.;

Д.О. Пахмурин, доцент, к.т.н.

Разрабатываемый в рамках проекта ГПО аппаратно-программный комплекс для реализации локальной гипертермии содержит силовой модуль, ультразвуковой модуль, модуль стабилизации температуры и калибровочный модуль [1].

Модуль стабилизации температуры предназначен для стабилизации температуры на пяти нагревателях, которые вводятся в ограниченную область живой ткани и нагревают ее до температуры, на которую была произведена калибровка. В первом исполнении калибровка осуществлялась с использованием жидкостного термостата, что приводило к некоторым неудобствам, и увеличивало цену данного комплекса.

В связи с этим было принято решение спроектировать и сконструировать калибровочный модуль, в который должны помещаться игольчатые нагреватели для последующей калибровки.

Первоначальная принципиальная схема калибровочного модуля (КМ) изображена на рисунке 1.

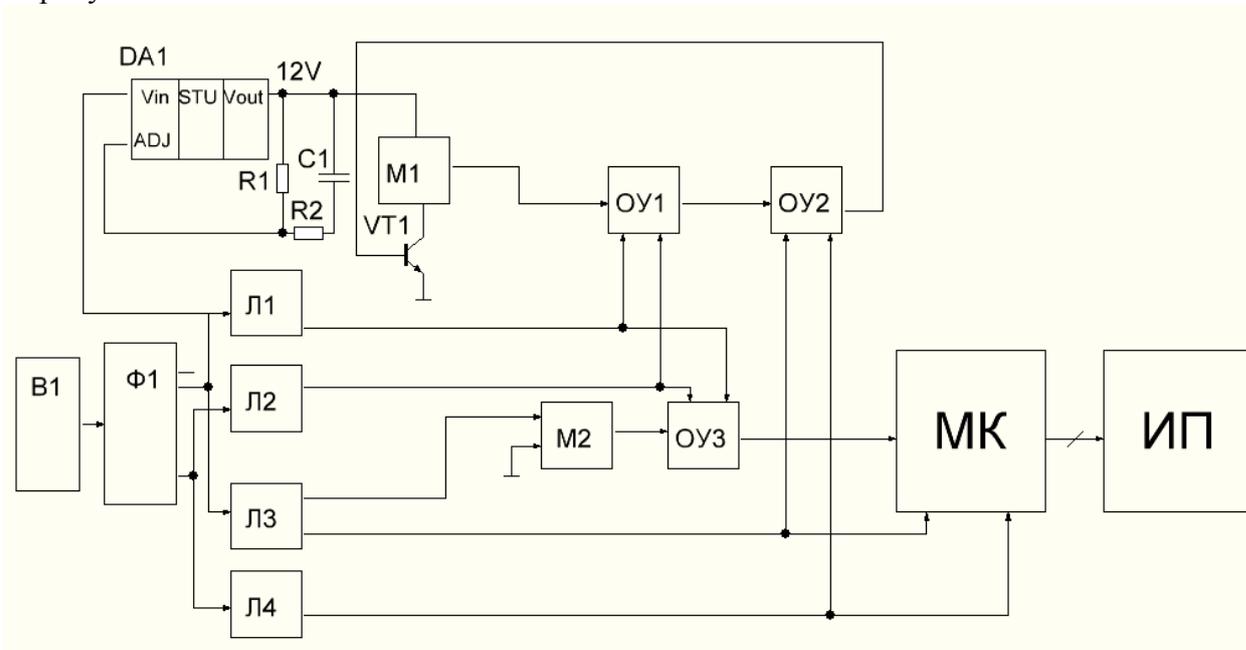


Рисунок 1 - Структурная схема КМ первого исполнения.

К недостаткам данного КМ можно отнести появление погрешности из-за использования резисторов с высоким температурным коэффициентом сопротивления (ТКС). Из-за нестабильного напряжения сети и нестабилизированного инвертора напряжение на входе линейного стабилизатора DA1 напряжения меняется, и линейный стабилизатор нагревается больше допустимого. При минимальном входном напряжении разница между входным ($U_{вх}$) и выходным ($U_{вых}$) напряжением минимальна и линейный стабилизатор напряжения работает при максимальном коэффициенте полезного действия. При максимальном входном напряжении разница между $U_{вх}$ и $U_{вых}$ увеличивается, КПД падает, и линейный стабилизатор напряжения нагревается. Одним из серьезнейших недостатков является падение напряжения на силовом ключе VT1 и дребезг выключения силового ключа VT1 из-за паразитных параметров цепи обратной связи.

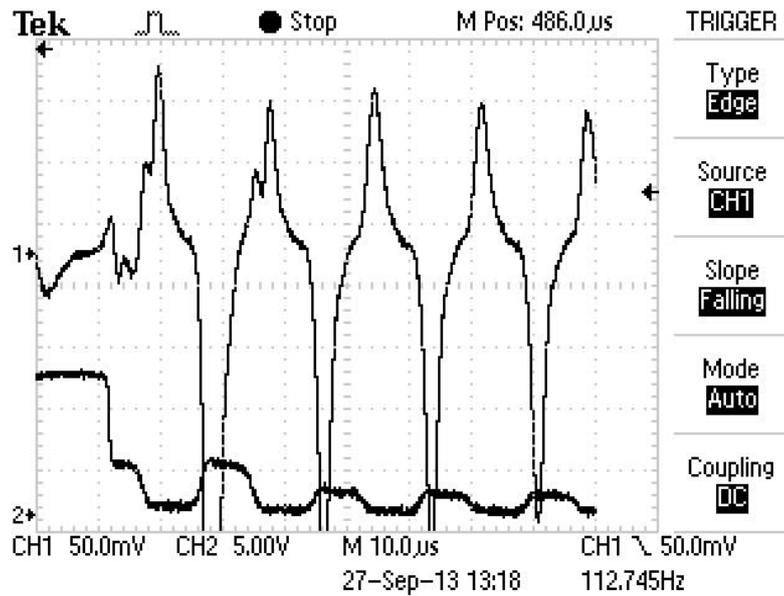
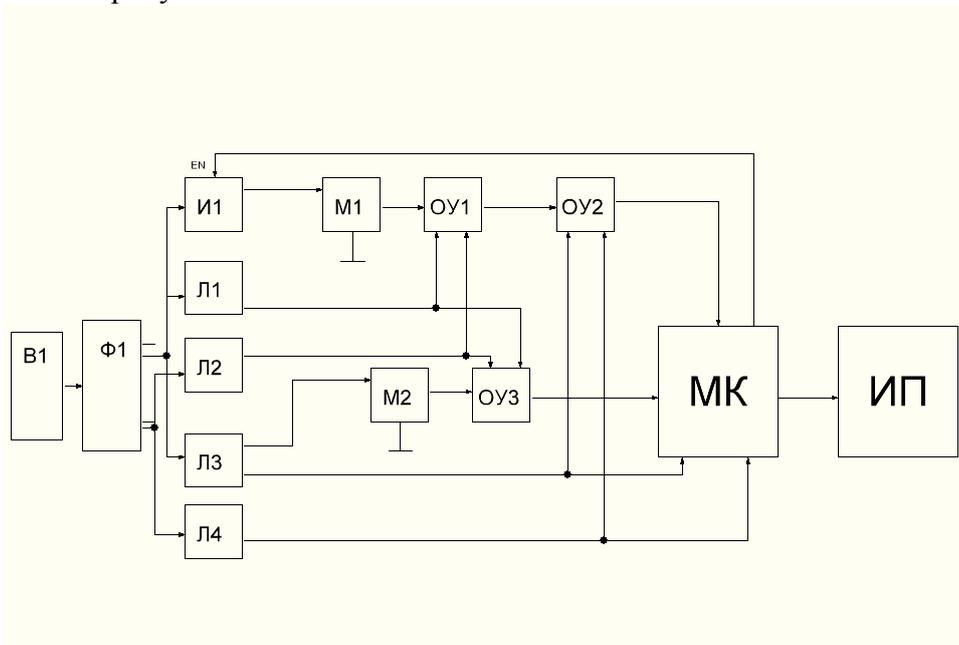


Рисунок 2 - Осциллограмма дребезга выключения силового ключа VT1

В связи с этим было принято решение модернизировать данный КМ. Все резисторы на схеме были заменены на резисторы с низким ТКС. Линейный стабилизатор напряжения KP1195EH был заменен на импульсный стабилизатор LM3102. С новым импульсным стабилизатором напряжения мы избавились от силового ключа, и существенно упростили схему КМ. На импульсном преобразователе напряжения есть ножка Enable. При отсутствие напряжения на ножке Enable импульсный преобразователь прекращает свою работу. Для избавления от дребезга выключения силового ключа, можно использовать RS-триггер. Так как в схему входит микроконтроллер (МК), было принято решение реализовать функцию RS-триггера на МК. Структурная схема модернизированного КМ изображена на рисунке 3.



В1-вход КМ; Ф1-фильтр входного напряжения; Л1-Л4 линейные стабилизаторы напряжения; И1-импульсный стабилизатор напряжения; М1,М2-Мост Уитстона; ОУ1-ОУ3 операционные усилители; МК-микроконтроллер; ИП- информационная панель.

Рисунок 3 - Структурная схема модернизированного КМ.

Модернизированный калибровочный модуль работает следующим образом, входное напряжение проходит через выпрямитель и фильтр, и подается на импульсный стабилизатор напряжения И1 и линейные стабилизаторы напряжения Л1-Л4. Л1 стабилизирует напряжение до 14В, Л2 - до -14В, Л3 - до 5В, Л4 - до -5В, И1 - до 12В. Стабилизируемое напряжение от Л1 и Л2 необходимо для питания операционных усилителей ОУ1 и ОУ3, стабилизируемое напряжение от Л3 и Л4 необходимо для питания операционного усилителя ОУ2 и микроконтроллера. Напряжение 12В подается на верхний мост Уитстона М1, который настроен таким образом, что при равенстве напряжение в плечах на ОУ1 прикладывается нулевое напряжение, в противном случае отличное от нуля. Мост сконструирован следующим образом, в одном плече у нас вместо резистора мы подключаем медный нагреватель, который обладает определенным сопротивлением. При нагреве меди до 45 градусов сопротивление в плечах моста равно. Напряжение после моста усиливается с помощью операционных усилителей ОУ1 и ОУ2 и подается на микроконтроллер. Напряжение с ОУ2 подается на микроконтроллер, если мы имеем необходимый уровень напряжения, то на ножку Enable импульсного стабилизатора напряжения приходит нулевое напряжение, и И1 выключается, в противном случае на Enable приходит отличное от нуля напряжение, и И1 работает дальше. Мост М2 работает так же как и М2, только напряжение, усиленное с помощью операционного усилителя ОУ3, далее прикладывается к микроконтроллеру, обрабатывается и в зависимости от уровня напряжения на информационной панели загораются определенный светодиод.

По модернизированной структурной схеме КМ был спроектированы функциональная (рисунок 4).

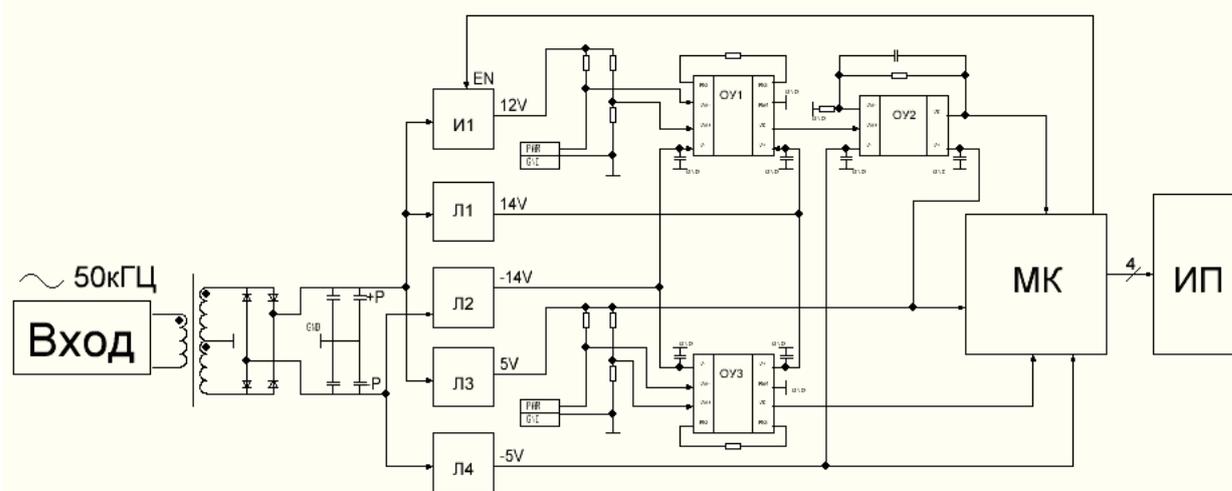


Рисунок 4 - Функциональная схема модернизированного КМ.

Таким образом, в результате работы был модернизирован калибровочный модуль, значительно упрощена схема, линейный стабилизатор напряжения заменен на импульсный стабилизатор напряжения. В дальнейшем планируется сконструировать модернизированный калибровочный модуль.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент 78659 РФ, МПК А61В 18/04. Установка и устройство для лечения опухолевых заболеваний / А.В. Кобзев, Д.О. Пахмурин, В.Д. Семенов, А.А. Свиридов. - № 2008128639/22; Заяв. 14.07.2008; Оpubл. 10.12.2008, Бюл. № 34.