

# Предложения по стабилизации рабочего тока ПДХ

Бараночников М.Л.

## 1. Определение функциональной схемы включения полевого датчика Холла для стабилизации рабочего тока с использованием возможностей ПДХ.

В целях определения функциональной схемы включения полевого датчика Холла для стабилизации рабочего тока с использованием возможностей ПДХ были проведены предварительные исследования характеристик прибора в DIP корпусе. Схема включения ПДХ, использованная для исследований приведена на рис. 1.

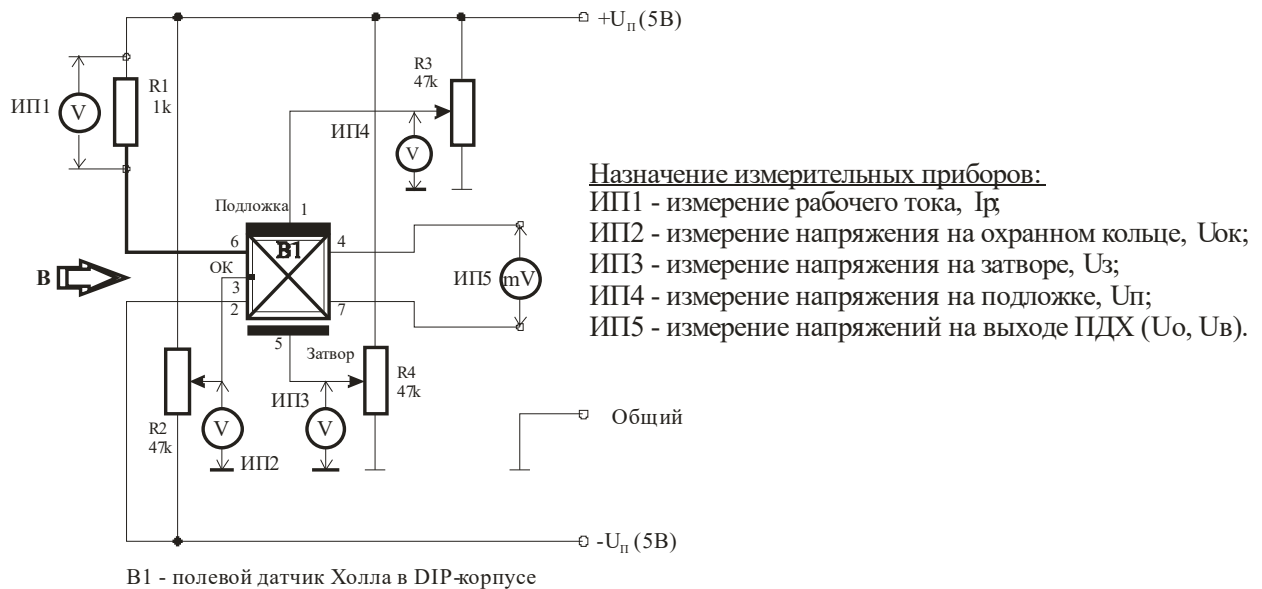


Рис. 1. Схема включения ПДХ, использованная для исследований.

Схема (рис. 1) не требует особых пояснений. Для питания схемы использован стабилизированный двухполярный источник питания с напряжением  $\pm 5V$ . Рабочие режимы на электродах ПДХ устанавливаются при помощи многооборотных подстроечных резисторов ( $R1 \dots R4$ , типа СП5-3). В качестве измерительных приборов ИП1...ИП5 использованы цифровые мультиметры импортного производства.

Для обеспечения удобства контроля рабочего тока, его величина тока определяется как падение напряжения на резисторе  $R1$ . Рабочий ток ПДХ определялся, как  $I_p = U_{R1} / R1$ , где  $U_{R1}$  – напряжение на резисторе  $R1$ , измеренное вольтметром ИП1.

В качестве источника магнитного поля использовался постоянный магнит с индукцией 120 мТл.

Характеристики приборов определялись в нормальных условиях, т.е. при комнатной температуре.

Результаты измерений приведены в Протоколе №1. (См. активный протокол в формате Excel). Зависимости рабочего тока ( $I_p$ ) ПДХ от напряжений: на затворе ( $U_z$ ), подложке ( $U_p$ ) и охранном кольце ( $U_{ок}$ ) приведены на рис. X1...X5.

Рис. X1. Зависимость рабочего тока ( $I_p$ ) от напряжения на затворе ( $U_z$ ) [ $U_{пит}=10В, U_p=0В, U_{ок}=0В$ ]

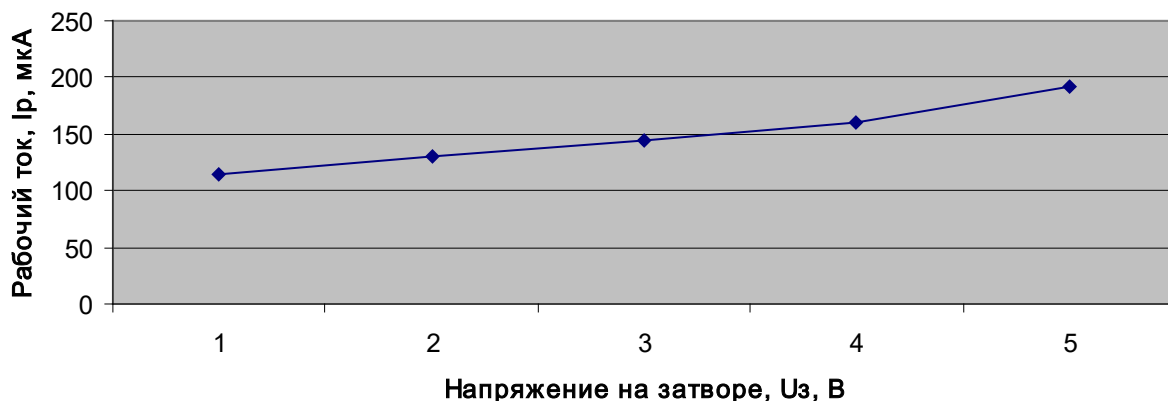


Рис. X2. Зависимость рабочего тока ( $I_p$ ) от напряжения на подложке ( $U_p$ ) [ $U_{пит}=10В, U_z=5В, U_{ок}=0В$ ]

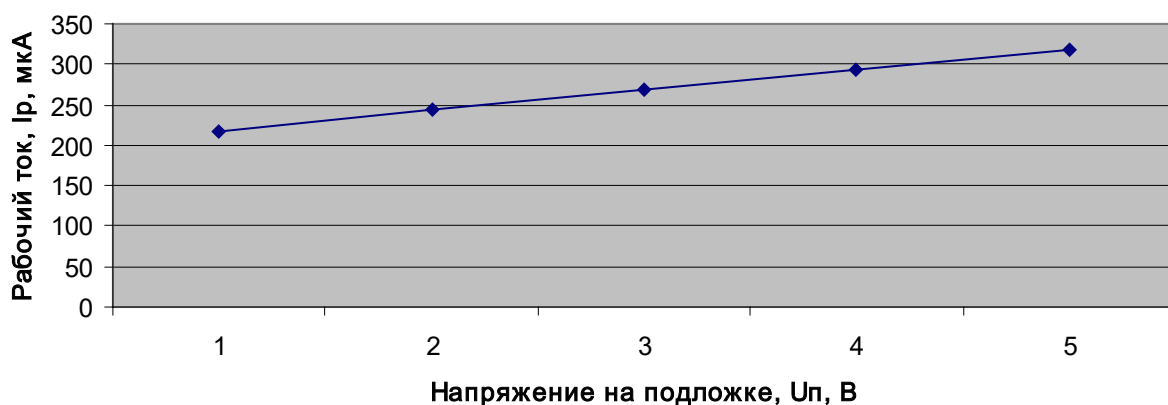


Рис. X3. Зависимость рабочего тока ( $I_p$ ) от напряжения на охранном кольце ( $U_{ок}$ ) [ $U_{пит}=10В, U_z=5В, U_p=5В$ ]



Рис. X4. Зависимость рабочего тока ( $I_p$ ) от напряжения на охранном кольце ( $U_{ок}$ ) [ $U_{пит}=10В$ ,  $U_z=0В$ ,  $U_{п}=5В$ ]

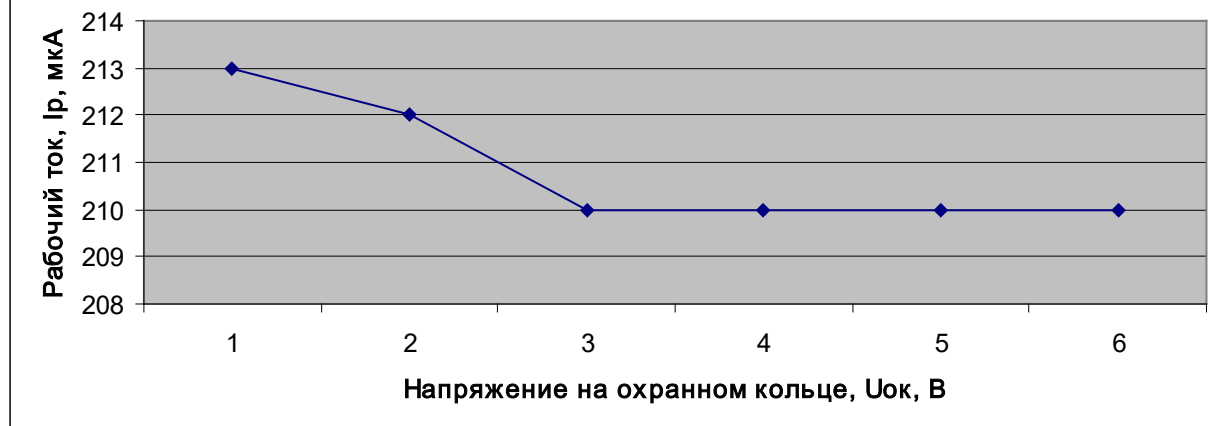
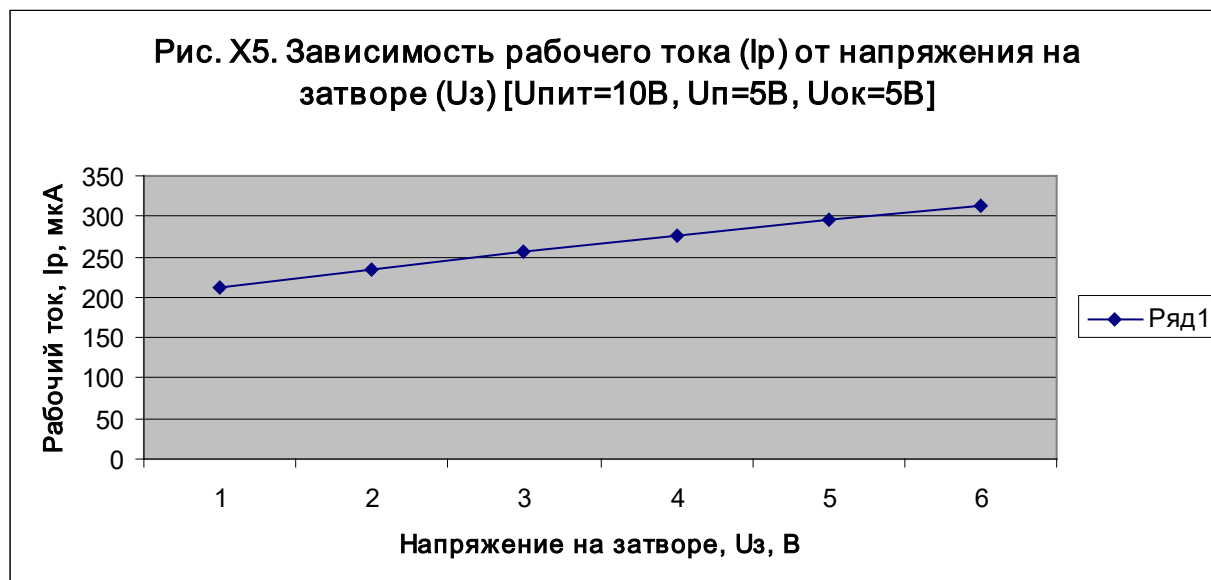


Рис. X5. Зависимость рабочего тока ( $I_p$ ) от напряжения на затворе ( $U_z$ ) [ $U_{пит}=10В$ ,  $U_{п}=5В$ ,  $U_{ок}=5В$ ]



Анализ, приведенных на рис.X1...X5, характеристик ПДХ показывает, что:

1. При изменении напряжения на затворе ( $U_z$ ) в пределах 0...5В величина рабочего тока ( $I_p$ ) изменяется от 114 до 192 мкА, т.е. в 1,68 раза.
2. При изменении напряжения на подложке ( $U_{п}$ ) в пределах 0...5В величина рабочего тока ( $I_p$ ) изменяется от 218 до 317 мкА, т.е. в 1,45 раза.
3. Изменение напряжения на охранном электроде ( $U_{ок}$ ) в пределах от 0...5В не приводит к изменению рабочего тока ( $I_p$ ).

Исходя из приведенных результатов измерений для стабилизации рабочего тока ( $I_p$ ) ПДХ возможно использование зависимостей  $I_p=F(U_z)$  и  $I_p=F(U_{п})$ .

Так как затвор ПДХ наиболее целесообразно использовать для модуляции входного сигнала при построении схем с синхронным детектированием, то за основу функционирования схемы стабилизации рабочего тока примем характеристику  $I_p=F(U_{п})$ .



Напряжение на входе операционного усилителя ( $U_{вх}$ ) измеряется при помощи цифрового вольтметра ИП2.

В качестве активного элемента схемы (рис. 2) используется ИС операционного усилителя (DA1) типа КР574УД1Б с высоким входным сопротивлением.

Изменение режимов работы ПДХ осуществляется при помощи устройства подогрева. В качестве нагревателя использовался электропаяльник мощностью 10 Вт.

Возможный порядок настройки схемы (рис. 2).

Для определения положения рабочей точки [ $I_p = F(U_{п})$ ] используется характеристика, приведенная на рис. X2. Наиболее желательно, чтобы рабочая точка находилась в середине характеристики.

Резистор R4, определяющий коэффициент усиления ОУ (DA1), первоначально устанавливается, равным 1 Мом. Резисторы R2, R3 и R5 устанавливаются в положения, соответствующие максимальному значению. Значения напряжений на электродах ПДХ ( $U_{п}$ ,  $U_{з}$ ,  $U_{с}$ ), рабочий ток ( $I_p$ ),  $U_{вх}$  и  $U_{вых}$  фиксируют в протоколе.

При помощи нагревателя изменяют режим работы ПДХ и фиксируют в протоколе новые значения напряжений на электродах ПДХ ( $U_{п}$ ,  $U_{з}$ ,  $U_{с}$ ), и рабочий ток ( $I_p$ ),  $U_{вх}$  и  $U_{вых}$ .

При нагреве датчика  $U_{вх}$  уменьшается, а при остывании - увеличивается. Диапазон изменения  $U_{вх}$  зависит от величины сопротивления R2. Величина сопротивления R2 выбирается таким образом, чтобы операционный усилитель (DA1) все время находился в линейном режиме. В этом случае при максимальном входном напряжении ( $U_{вх.макс.}$ ) - напряжение на выходе ОУ (DA1, выв.6) не должно превышать  $U_{вых.макс.}$ , установленного для каждого типа ИС при определенном напряжении питания. Обычно  $U_{вых.макс.} = 0,75 U_{пит.ОУ}$ .

Затем экспериментальным путем определяются: величина R2, коэффициент усиления ОУ (подбором величины резистора R4) и напряжение на подложке ( $U_{п}$ ) при помощи резистора R5.

Процесс налаживания схемы сводится к тому, чтобы реакция схемы на изменение рабочего тока была адекватной, т.е. изменения  $I_p$  должны приводить к соответствующему изменению напряжения на выходе ОУ (DA1) и напряжению на подложке ( $U_{п}$ ).

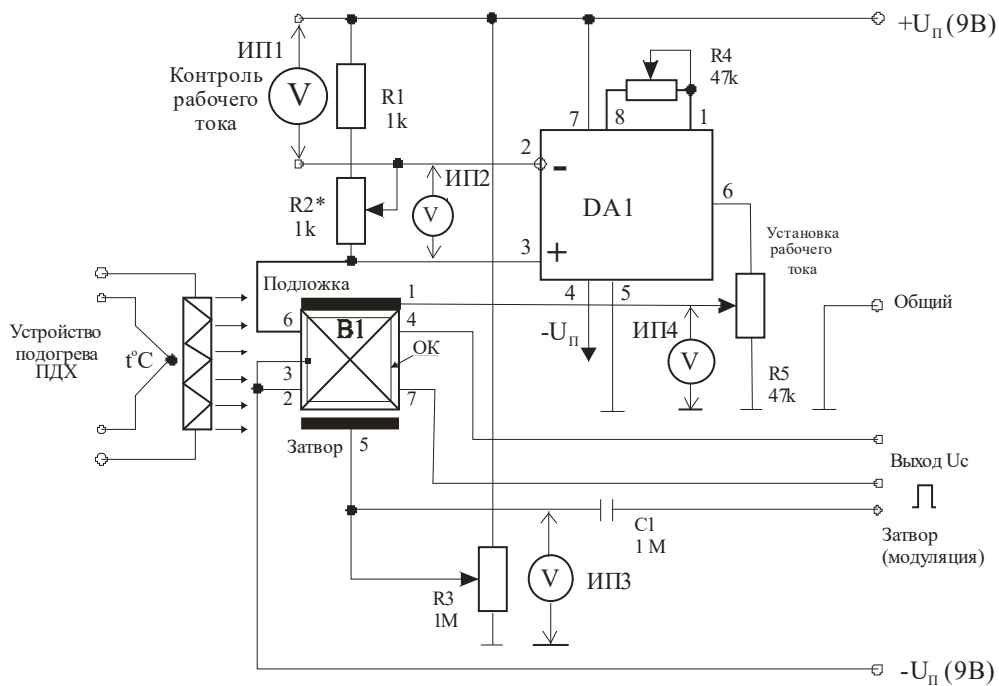
**Главный критерий: при изменении условий эксплуатации ПДХ – изменение рабочего тока ( $I_p$ ), должно быть минимальным.**

В схеме (рис.2) имеются трудности установки рабочих режимов микросхемы DA1.

Налаживание схемы сопряжено с определенными особенностями и требует некоторого практического опыта.

## 2.2. Схема с использованием инструментального усилителя

Более совершенная схема приведена на рис. 3. В этой схеме в качестве активного элемента используется ИС инструментального усилителя.



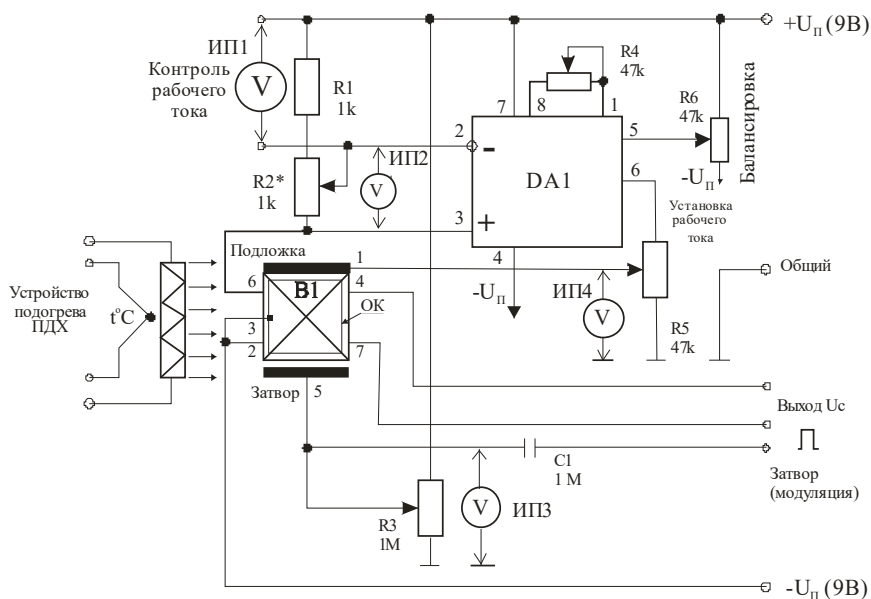
B1 - полевой датчик Холла в DIP-корпусе  
 DA1 - инструментальный усилитель AMP04, AD620, INA118

Рис. 3. Схема стабилизации рабочего тока ( $I_p$ ) ПДХ с применением инструментального усилителя DA1.

Процесс наладки этой схемы (рис. 3), в целом, аналогичен схеме, приведенной на рис. 2. Коэффициент усиления микросхемы DA1 устанавливается при помощи многооборотного подстроечного резистора R4.

К недостатку схемы (рис. 3) следует отнести невозможность её балансировки, что затрудняет её использование без отбора экземпляров ПДХ.

Для частичного устранения указанного недостатка, может быть использована схема, приведенная на рис. 4.



B1 - полевой датчик Холла в DIP-корпусе  
 DA1 - инструментальный усилитель AMP04, AD620, INA118

Рис. 4. Схема стабилизации рабочего тока ( $I_p$ ) ПДХ

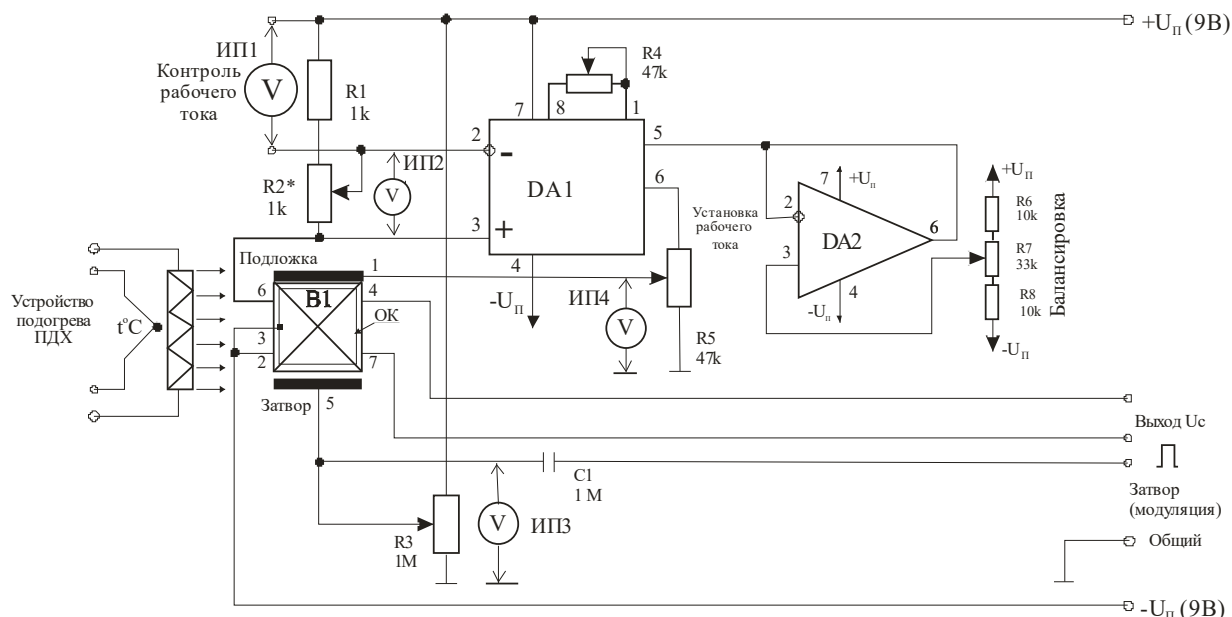
с применением инструментального усилителя DA1.  
(балансировка схемы осуществляется при помощи резистора R5)

Схема (рис. 4) отличается от схемы, приведенной на рис. 3 тем, что в неё введен резистор R5, необходимый для балансировки схемы.

Процесс наладки этой схемы (рис. 4), в целом, аналогичен схеме, приведенной на рис. 2.

Эта схема (рис. 4) также, в ряде случаев, имеет недостатки в её балансировке.

Для устранения указанного недостатка, может быть использована более сложная схема, приведенная на рис. 5.



B1 - полевой датчик Холла в DIP-корпусе  
DA1 - инструментальный усилитель AMP04, AD620, INA118  
DA2 - операционный усилитель КР574УД1 или аналогичный.

Рис. 5. Схема стабилизации рабочего тока ( $I_p$ ) ПДХ  
с применением инструментального усилителя DA1.  
(балансировка схемы осуществляется при помощи ОУ DA2 и резистора R7)

Схема (рис. 5) отличается от схемы, приведенной на рис. 4 тем, что в неё введен каскад на операционном усилителе DA2 и резисторы R6...R8, необходимые для балансировки схемы.

Процесс наладки этой схемы (рис. 5), в целом, аналогичен схеме, приведенной на рис. 2.

**Использование макетов приведенных схем стабилизации в нормальных условиях эксплуатации с контролем рабочего тока показала, что на протяжении многих часов (от 3 до 8 ч.), величина рабочего тока изменялась в пределах 0,1 – 1% от среднего значения.**

### 3. Рекомендации

Для приборной реализации схем стабилизации рабочего тока ПДХ, по моему мнению, необходимо выполнить следующие работы:

1. Снять зависимости рабочего тока нескольких образцов ПДХ от напряжений: на затворе ( $U_z$ ) и подложке ( $U_p$ ) в диапазоне  $0...10\text{В}$  при напряжении питания ( $U_{пит}$ )  $9..10\text{В}$  в нормальных температурных условиях (при  $T= 20...25^\circ\text{C}$ ).
2. Определить крутизну и диапазон регулирования рабочего тока, как  $I_p=F(U_p)$  и  $I_p=F(U_z)$  в нормальных температурных условиях (при  $T= 20...25^\circ\text{C}$ ).
3. Снять зависимости рабочего тока нескольких образцов ПДХ от напряжений: на затворе ( $U_z$ ) и подложке ( $U_p$ ) в диапазоне  $0...10\text{В}$  при напряжении питания  $9..10\text{В}$  в рабочем диапазоне температур (при  $T= 20...200^\circ\text{C}$ ).
4. Определить крутизну и диапазон регулирования рабочего тока, как  $I_p=F(U_p)$  и  $I_p=F(U_z)$  в диапазоне температур (при  $T= 20...200^\circ\text{C}$ ).
5. Выбрать на характеристике оптимальный диапазон изменений рабочего тока ( $I_p$ ), определяемый условиями эксплуатации.
6. Изготовить несколько макетов схем стабилизации рабочего тока ПДХ с целью оптимального выбора режимов работы датчика, и типов используемых электрорадиоэлементов. **Главный критерий: простота и эффективность.**
7. При дальнейшей доработке схем стабилизации  $I_p$  целесообразно исследовать вариант с использованием одного- двух транзисторов, взамен ИС. В этом случае упрощается реализация схемы стабилизации  $I_p$  в интегральном исполнении совместно с ПДХ.
8. Оформить патент на использование аналогичной схемы стабилизации рабочего тока ПДХ.

Исполнитель:

Бараночников М.Л.

19 октября 2008 года.