

Радиационно-стойкие отечественные линейные стабилизаторы напряжения 5321ЕНО1, 5321ЕНО2, 5321ЕМО6

В. Громов¹, А. Дерябин², В. Смирнов³

УДК 621.382 | ВАК 05.27.01

Представлены радиационно-стойкие микросхемы линейных стабилизаторов напряжения, которые выпускаются в брянском АО «Группа Кремний Эл». Рассмотрены особенности конструкции, технологии изготовления и основные параметры данных изделий.

Трехвыводные линейные интегральные стабилизаторы положительного и отрицательного напряжения первого поколения были выпущены в начале 1970-х годов. Впоследствии их производство было освоено многими производителями. Оба типа микросхем можно использовать вместе, чтобы обеспечить положительное и отрицательное напряжение питания в одной и той же цепи. Эти компоненты стали очень популярны из-за большого разнообразия корпусов, диапазонов выходных напряжений, а также простоты применения и невысокой стоимости. Немаловажным плюсом является наличие функции защиты от перегрузки по току и защиты от перегрева микросхемы, которые обеспечивают безопасность функционирования.

Развитие медицины, космонавтики и оборонных технологий постоянно повышает планку требований к элементной базе. Невозможность применения старых (а главное – проверенных) решений привела к необходимости их доработки в соответствии с новыми вызовами реальной жизни. Новые изделия линейных интегральных стабилизаторов должны быть радиационно-стойкими и функционировать в более широком диапазоне температур.

Создание такого типа линейных стабилизаторов для отечественных потребителей проводилось в Брянске, в АО «Группа Кремний Эл», силами дизайн-центра предприятия. С целью достижения необходимых электрических параметров и высокой радиационной стойкости изделий на предприятии была отработана специальная перспективная технология. Для повышения стойкости и исключения тиристорного эффекта, приводящего

к отказу схем, стабилизаторы изготавливаются по технологии с полной диэлектрической изоляцией элементов. В соответствии с выбранной схемотехникой стабилизатора на кристалле ИС одновременно должны быть сформированы биполярные p-p-n- и p-n-p-транзисторы. По стандартной технологии (на аналогах) p-n-p-транзисторы выполнены латеральными, что не позволяет обеспечить необходимую радиационную стойкость изделия. Поэтому была отработана технология получения на кристалле наряду со стандартным p-p-n-транзистором биполярного p-n-p-транзистора вертикальной структуры. Дополнительно было отработано применение поликремниевых высокоомных и низкоомных резисторов. С учетом возможности работы в космосе при разработке были приняты меры для обеспечения их устойчивости к воздействию тяжелых заряженных частиц (ТЗЧ).

Для оценки стойкости разработанной элементной базы к воздействию радиации было проведено на тестовых кристаллах многоступенчатое облучение, имитирующее нейтронное и γ -облучение. В целях подтверждения правильности выбора дополнительно было проведено сравнительное облучение латерального p-n-p-транзистора. Зависимости коэффициента усиления h_{21} от уровня облучения для латерального и вертикального p-n-p-транзисторов приведены на рис. 1 и 2. Эквивалентная доза воздействия по нейтронам определялась по времени облучения α -частицами. Зависимость коэффициента усиления h_{21} вертикального p-n-p-транзистора от дозы γ -облучения приведена на рис. 3. Изменение номинала поликремниевых высокоомных резисторов после воздействий составило не более –5%, для поликремниевых низкоомных резисторов – не более +5%.

Результаты проведенной работы по анализу радиационной стойкости элементной базы ИС были использованы при разработке серии 5321 радиационно-стойких линейных стабилизаторов, в частности 5321ЕНО1, 5321ЕНО2, 5321ЕМО6. Воздействие

¹ АО «Группа Кремний Эл», директор по развитию и новой технике, vladimir.gromov.50@yandex.ru.

² АО «Группа Кремний Эл», инженер-конструктор, balalay1@mail.ru.

³ АО «Группа Кремний Эл», начальник бюро линейных стабилизаторов, smirnoff@sitsemi.ru.

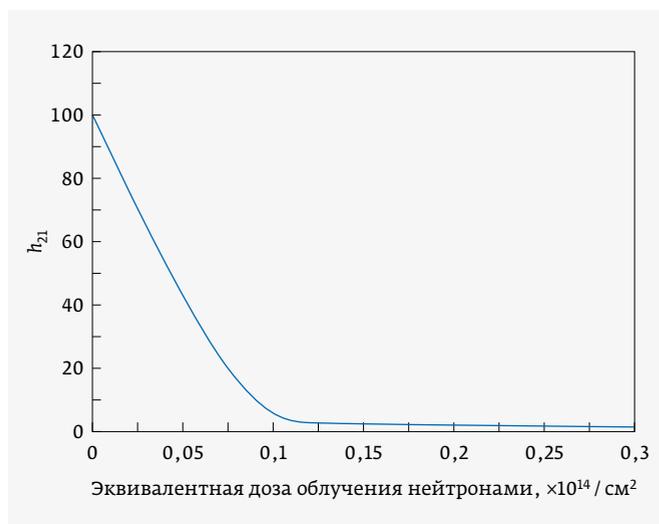


Рис. 1. Зависимости коэффициента усиления h_{21} для латерального р-п-р-транзистора при облучении α -частицами. Ток коллектора 100 мкА

радиации значительно ухудшает параметры транзисторов (см. рис. 2 и 3). Однако не столь значительно, как при использовании стандартной технологии на латеральных р-п-р-транзисторах. Тем не менее для того, чтобы электрические параметры микросхем полностью соответствовали аналогу, а после воздействия радиации не выходили из предельно допустимых значений, были введены дополнительные схемотехнические решения, позволившие ослабить влияние просадки h_{21} . Полученная зависимость изменения выходного напряжения для 5321ЕН02А от уровня воздействия приведена на рис. 4.

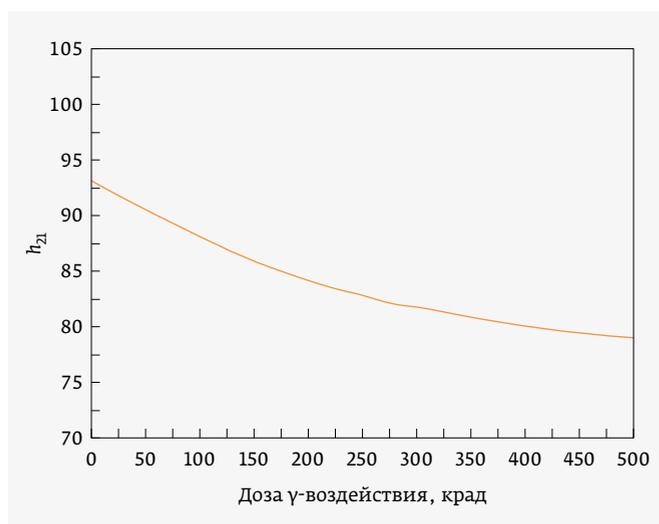


Рис. 3. Зависимости коэффициента усиления h_{21} для вертикального р-п-р-транзистора от дозы γ -облучения. Ток коллектора 100 мкА

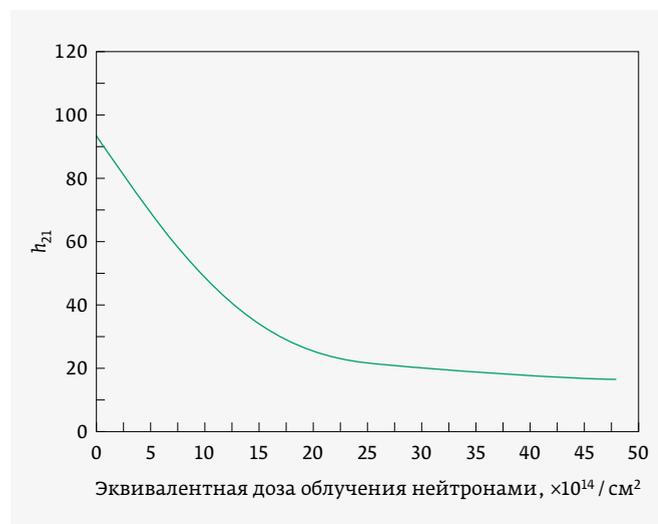


Рис. 2. Зависимости коэффициента усиления h_{21} для вертикального р-п-р-транзистора при облучении α -частицами. Ток коллектора 100 мкА

Проведенные мероприятия позволили АО «Группа Кремний Эл» достичь в линейных стабилизаторах 5321ЕН01, 5321ЕН02, 5321ЕМ06 следующих требований по спецстойкости: 7И1 – 5Ус, 7И6 – 5Ус, 7И7 – 6Ус, 7И12 – 2×3Р, 7И13 – 0,3×1Р, 7С4 – 14×5Ус, 7К1 – 5×2К, 7К4 – 2К, в том числе и к ТЗЧ: 7К11 (7К12) – отсутствие тиристорного эффекта и катастрофических отказов до уровня энергий 60 МэВ·см²/мг. Параллельно с разработкой был налажен серийный выпуск. На предприятии выполняется полный цикл изготовления изделий: выпуск пластин с кристаллами, сборка в корпуса, тестирование, испытания и отгрузка потребителю.

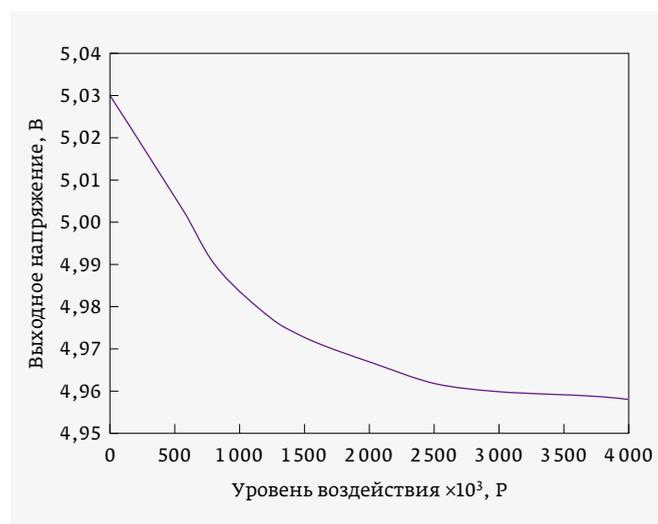


Рис. 4. Зависимость выходного напряжения от экспозиционной дозы γ -облучения для ИС 5321ЕН02А

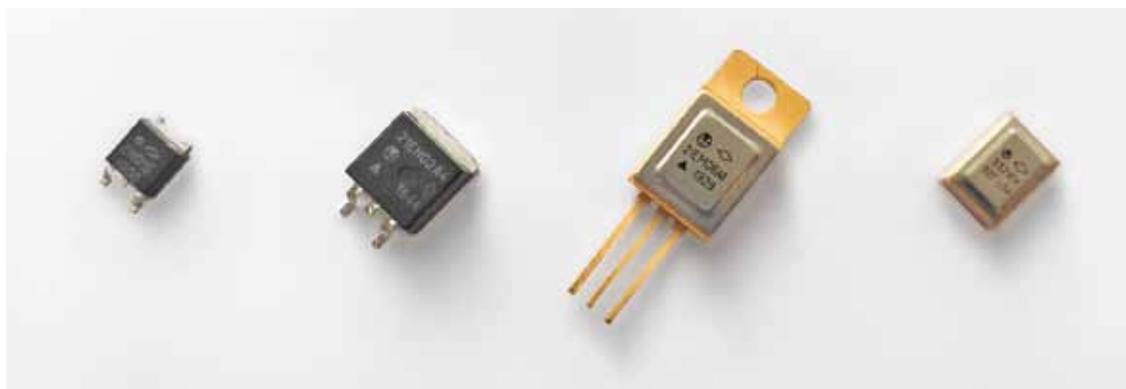


Рис. 5.
Используемые корпуса

В настоящее время компания «Группа Кремний Эл» предлагает 37 типонаминов линейных стабилизаторов напряжения серии 5321, имеющих ряд фиксированных выходных напряжений на токи нагрузки до 1,5 А. Микросхемы выпускаются в трехвыводных металлокерамических и полимерных корпусах (рис. 5) и в бескорпусном исполнении. Для стабилизаторов отрицательной полярности, помимо расположения выводов, согласно аналогу, предусмотрен вариант с «общим» выводом на корпус микросхемы (5321EM06A1), что позволяет устанавливать стабилизаторы разных полярностей на один радиатор. Состав, аналоги и основные электрические параметры данных стабилизаторов напряжения представлены в табл. 1.

Разработанная серия микросхем по электрическим и конструктивным параметрам являются полным аналогом линейных стабилизаторов импортных серий MC78Mxx, MC78xx, MC79Mxx, что дает возможность их использования в ранее разработанной аппаратуре путем простой замены, без внесения изменений в конструкцию. Дополнительно предусмотрен широкий ряд корпусных исполнений для поверхностного монтажа. Вышеуказанные факторы позволяют применять ИС серии 5321 в перспективной наземной и космической технике, авиации, надводной и подводной технике ВМФ, а также в общепромышленной аппаратуре.

Таблица 1. Состав, аналоги и основные электрические параметры данных стабилизаторов напряжения серии 5321

Типонаминал	Входное напряжение, В, не более	Выходное напряжение, В	Выходной ток, мА, не более	Аналог	Типы корпусов
5321EH01A	30	5	500	MC78Mxx	КТ-89, КТ-28А-2.02, КТ-93-1
5321EH01Б		6			
5321EH01В		9			
5321EH01Г		12			
5321EH02А	33	5	1 500	MC78xx	КТ-90, КТ-28А-2.02, КТ-93-1
5321EH02Б		8			
5321EH02В		9			
5321EH02Г		12			
5321EH02Д		18			
5321EM06А	-30	-5	500	MC79Mxx	КТ-89, КТ-28А-2.02, КТ-93-1
5321EM06Б		-12			
5321EM06В		-15			
5321EM06А1	-30	-5	500	-	КТ-28А-2.02



Департамент радиоэлектронной промышленности
Министерства промышленности и торговли РФ

АО «ГРУППА КРЕМНИЙ ЭЛ»

АО «ГРУППА КРЕМНИЙ ЭЛ» предлагает услуги по сборке кристаллов заказчика в малогабаритные металлополимерные корпуса (в том числе для поверхностного монтажа).



SOT-23-5

Размер монтажной площадки: 1,2×1,5 мм.
Размер корпуса: 2,9×2,8×1,1 мм.
Шаг выводов: 0,9 мм.



QFN(DFN)-8

Размер монтажной площадки: 4×3,2 мм.
Размер корпуса: 5×5×1 мм.
Шаг выводов: 1 мм.



QFN(DFN)-10

Размер монтажной площадки: 4×3,2 мм.
Размер корпуса: 5×5×1 мм.
Шаг выводов: 0,8 мм.



4303Ю.8-A (SO-8)

Размер монтажной площадки: 3,3×2,3 мм.
Размер корпуса: 5×5,72×1,25 мм.
Шаг выводов: 1,27 мм.



4307.16-A (SO-20)

Размер монтажной площадки: 5,4×4,3 мм.
Размер корпуса: 12,75×10,7×2,65 мм.
Шаг выводов: 1,27 мм.



LQFP-100

Размер монтажной площадки: 5,4×4,3 мм.
Размер корпуса: 23,2×17,2×3 мм.
Шаг выводов: 0,65 мм.



SOT-23-3

Размер монтажной площадки: 0,8×0,9 мм.
Размер корпуса: 2,9×2,6×1,1 мм.
Шаг выводов: 1,9 мм.



KT-26B (TO-92)

Размер монтажной площадки: 3,2×1,4 мм.
Размер корпуса: 19,83×5,2×4,2 мм.
Шаг выводов: 2,5 мм.



KT-47 (SOT-89)

Размер монтажной площадки: 1,76×1,5 мм.
Размер корпуса: 4,6×4,25×1,6 мм.
Шаг выводов: 1,5 мм.



2101.8-1 (DIP-8)

Размер монтажной площадки: 2,4×3,5 мм.
Размер корпуса: 10×8,5×7,5 мм.
Шаг выводов: 2,5 мм.



2103.16-2 (DIP-16)

Размер монтажной площадки: 2,6×3,2 мм.
Размер корпуса: 21×8,5×7,5 мм.
Шаг выводов: 2,5 мм.



2104.18-4 (DIP-18)

Размер монтажной площадки: 3,9×2,7 мм.
Размер корпуса: 22,05×8,5×7,5 мм.
Шаг выводов: 2,5 мм.



KT-89 (TO-252)

Размер монтажной площадки: 3×4 мм.
Размер корпуса: 6,73×9,9×2,38 мм.
Шаг выводов: 2,28 мм.



KT-90 (TO-263)

Размер монтажной площадки: 4,85×8,43 мм.
Размер корпуса: 10,3×15,1×4,69 мм.
Шаг выводов: 2,5 мм.



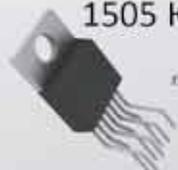
KT-27-2 (TO-126)

Размер монтажной площадки: 1,8×3,5 мм.
Размер корпуса: 7,8×27,6×2,8 мм.
Шаг выводов: 2,3 мм.



KT-28-2 (TO-220)

Размер монтажной площадки: 6×6 мм.
Размер корпуса: 10,65×30,1×4,8 мм.
Шаг выводов: 2,5 мм.



1505 Ю.7 (TO-220-7)

Размер монтажной площадки: 5,56×4,95 мм.
Размер корпуса: 10,4×25,53×8 мм.
Шаг выводов: 1,27 мм.



1501Ю.5-A (TO-263-5)

Размер монтажной площадки: 4,47×7,31 мм.
Размер корпуса: 10×15×4,45 мм.
Шаг выводов: 1,7 мм.



1501.5 (TO-220-5)

Размер монтажной площадки: 2,9×4,9 мм.
Размер корпуса: 10×30×4,5 мм.
Шаг выводов: 1,7 мм.



KT-28-1 (TO-220-2)

Размер монтажной площадки: 6×5,2 мм.
Размер корпуса: 10,5×29×4,5 мм.
Шаг выводов: 5,1 мм.



1509.4-1 (TO-251)

Размер монтажной площадки: 3×4 мм.
Размер корпуса: 16,1×6,73×2,38 мм.
Шаг выводов: 2,3 мм.

Полный перечень корпусов (в том числе металлокерамических) можно уточнить по телефону, электронной почте или на сайте.

Техническая консультация:
Евтушок Валентина Антоновна
Яценко Александр Евгеньевич
тел. (4832) 41-46-67

Заказ продукции:
<http://group-kremny.ru>
mark@kremny.032.ru
тел. (4832) 41-85-91

241037, Россия, г. Брянск,
ул. Красноармейская, 103
тел. (4832) 41-43-11
факс: (4832) 41-42-14