

# КОМПАНИЯ CENTELLAX – ОБЗОР ПРОДУКЦИИ

Т.Сидорова, С.Дингес, к.т.н.  
rfdesign@yandex.ru

Компания Centellax (США) – один из лидеров в области разработки и производства полупроводниковых изделий для систем оптической связи со скоростями передачи данных 40, 100 и 400 Гбит/с, а также компонентов для ВЧ/СВЧ-применений. Номенклатура продукции компании включает в себя драйверы оптических модуляторов, усилители в модульном исполнении, предделители и делители частоты [1, 2]. Об этих изделиях рассказывается в статье.

## ДРАЙВЕРЫ ОПТИЧЕСКИХ МОДУЛЯТОРОВ ДЛЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

Драйверы модуляторов (формирователи сигналов) являются ключевыми компонентами на быстрорастущем рынке магистральных телекоммуникационных сетей, во многом определяющими устойчивость соединения и качество передачи данных. Драйверы используются для обеспечения электрооптических модуляторов сигналом, оптимизированным по амплитуде, времени нарастания/спада и фазовому дрожанию (джиттеру). Компания Centellax выпускает ряд сверхширокополосных модулей драйверов (рис.1, табл.1).

Модуль драйвера ОАЗММ3 предназначен для применения в ниобат-литиевых ( $\text{LiNbO}_3$ ) оптических модуляторах на основе интерферометра Маха-Цендера (ИМЦ). Он обеспечивает равномерное усиление, достаточную для широкого применения выходную мощность и оптимальные характеристики групповой задержки в частотном диапазоне от 30 кГц до 30 ГГц. Драйвер ОАЗММ3 является оптимальным решением для применения в транспондерах малого (Short Reach) и городского (Metro) радиуса действия.

Драйвер ОАЗМНQM служит для управления квадратурным модулятором на основе ниобата лития. Он предназначен для применения в 100G (скорость

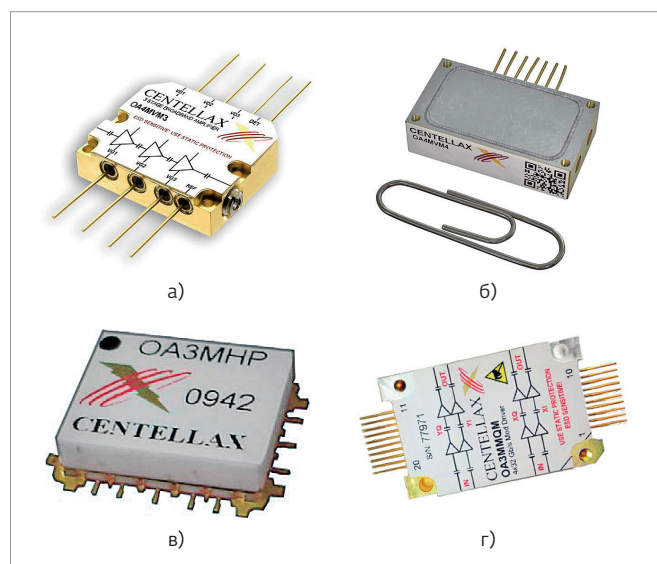


Рис.1. Драйверы оптических модуляторов: а) ОАЗММ3, б) ОАЗММ4, в) ОАЗМНР, г) ОАЗММQM

передачи 100 Гбит/с) оптических транспортных сетях с использованием квадратурной фазовой манипуляции с двойной поляризацией (DP-QPSK) и полностью соответствует соглашениям OIF (Optical Internetworking Forum) для данного вида модуляции.

Модуль ОАЗМНQM содержит четыре канала усиления сигнала и управления (рис.2) и, соответственно, может работать с четырьмя каналами передачи данных на скорости до 32 Гбит/с. Он обеспечивает малое значение джиттера, значительное усиление, равномерную групповую задержку, время нарастания/спада 8 пс. Модуль разработан для непосредственного подключения к стандартному 100G-мультиплексу и оснащен соединителем для удобной интеграции в систему. Драйвер выпускается в герметичном корпусе, для его подключения не требуются внешние компоненты. Устройство идеально подходит для интегрирования в транспондеры с малым форм-фактором (Small Form-Factor, SFF). Для использования совместно с драйвером ОАЗМНQM выпускается плата питания ВВQ100. Драйвер соответствует требованиям экологического стандарта RoHS.

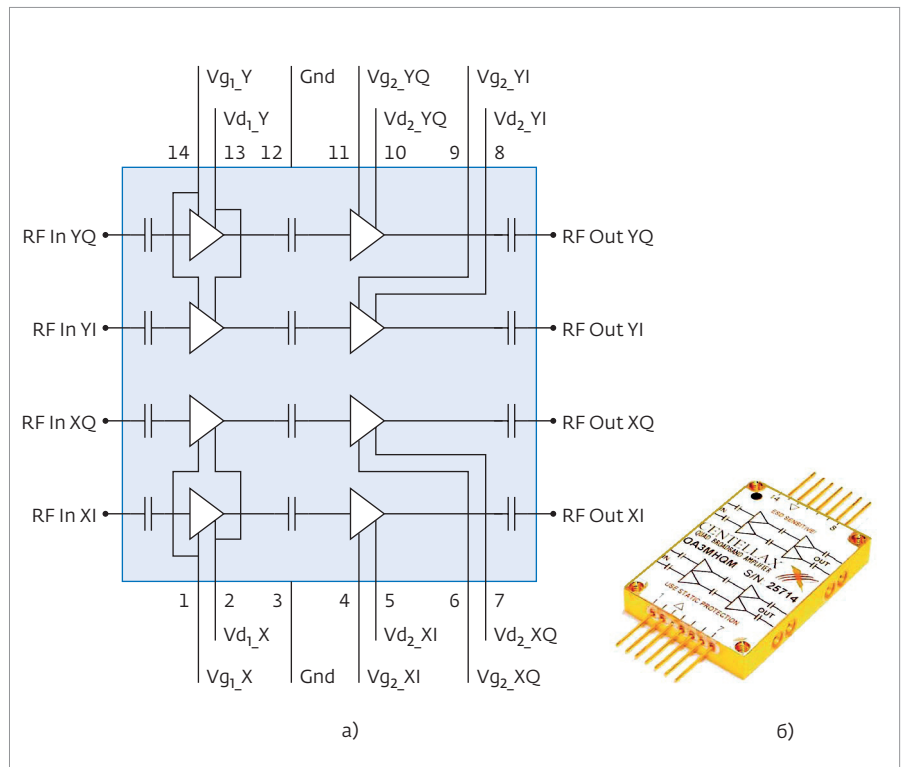


Рис.2. Структура и конструктивное выполнение драйвера ОАЗМНQM

Компания Centellax постоянно развивает и совершенствует свои продукты в соответствии с потребностями рынка. В современных условиях резко повышаются требования к скорости передачи информации, особенно в магистральных линиях оптической связи. Для этого используются перспективные форматы модуляции, например,

Таблица 1. Параметры драйверов оптических модуляторов компании Centellax

Модель	Поддерживаемая скорость передачи данных, Гбит/с	Коэффициент усиления, дБ	Выходное напряжение (пик-пик), В	Добавленный джиттер (СКЗ), пс	Напряжение питания, В
ОАЗМVMЗ	30	30	8	0,5	7
ОАЗМНQM	32	25	8	0,75	8
ОАЗММQM	32	20	5	0,6	5
ОА4MVMЗ	40	27	7,5	0,5	7
ОА4MVMЗF	40	27	7,5	0,5	7
ОА4MVM4	43	27	7,5	0,8	8
ОА4SMM5	40	21	3,3	0,5	5
ОАЗMHP	40	26	8	0,75	7

квадратурная амплитудная модуляция QAM – основная технология для магистральных оптических линий 400G со скоростью передачи 400 Гбит/с. В устройствах, применяемых для QAM-модуляции, необходима более высокая линейность характеристик, чем в схемах с QPSK-модуляцией, где драйвер может работать в режиме насыщения.

Драйвер OA3MMQM – последняя разработка компании. Он предназначен для управления линейным модулятором на основе ниобата лития. Драйвер OA3MMQM имеет большое усиление, низкий коэффициент шума, малые гармонические искажения и равномерную групповую задержку. Особенность OA3MMQM – использование сверхлинейного усилителя, в результате чего время нарастания/спада составляет 11 пс. Драйвер OA3MMQM обеспечивает передачу 400G-сигналов, использующую оптическое мультиплексирование с разделением по длинам волн (WDM – Wavelength Division Multiplexing); задействуется четыре канала со скоростью 32 Гбит/с и модуляцией DP-16QAM. Кроме того, он может применяться для реализации форматов модуляции DQPSK и DP-QPSK.

Усилитель-драйвер OA4MVM3 представляет собой широкополосный усилитель общего назначения, разработанный специально для оборудования синхронной оптической сети SONET OC-768. Он рассчитан на использование с оптическим модулятором на базе ниобата лития типа ИМЦ. Драйвер OA4MVM3 может применяться в оборудовании для сетей средней дальности (Intermediate Reach), для дальних междугородних сетей связи (Long Haul) и для сверхдальних сетей национального и международного масштаба (Ultra Long Haul). Драйвер обеспечивает небольшую потребляемую мощность, очень низкий добавленный джиттер и малое время нарастания фронта в широком частотном диапазоне – от 30 кГц до 45 ГГц.

Драйвер оптического модулятора OA4MVM3F со скоростью передачи информации 40 Гбит/с аналогичен описанной выше модели OA4MVM3. Отличие состоит в том, что драйвер OA4MVM3F соответствует экологическому стандарту RoHS. Кроме того, эту модель можно заказать с удлиненными выводами.

Драйвер OA4MVM4 ниобат-литиевого модулятора типа ИМЦ так же, как предыдущие два, разработан для оборудования SONET OC-768. Отличием является более высокая скорость передачи, достигающая 43 Гбит/с. Особенность драйвера – его компактные размеры (29,36×25,146 мм) и герметичное исполнение. Это устройство предназначено для

использования в телекоммуникационных оптических транспондерах 40G с модуляцией DPSK. Оно обеспечивает большой размах выходного напряжения, необходимый для выполнения данной модуляции.

Для управления электроабсорбционным оптическим модулятором 40G предназначен драйвер OA4SMM5. Он разработан для использования в оптических модуляторах со спецификациями оптической несущей SONET OC-768/STM-256 и в электрооптическом тестовом оборудовании. Драйвер имеет низкий джиттер, равномерную групповую задержку в частотном диапазоне до 45 ГГц, время подъема/спада 6 пс, низкую потребляемую мощность 900 мВт, малые размеры (19,558×30,226×6,604 мм).

Драйвер OA3MHP (одноканальный) разработан для применения в ниобат-литиевых оптических модуляторах 40G DQPSK и 100G DP-QPSK сетей дальней связи. Он выпускается в герметичном керамическом корпусе для поверхностного монтажа. Устройство работает на скоростях 40 и 100 Гбит/с, отличается низким джиттером, большим усилением и малой неравномерностью групповой задержки. Драйвер удобен для интеграции в транспондеры с малым форм-фактором.

Драйверы OA3MHP, OA4MVM3, OA4MVM3F, OA4MVM4, OA4SMM5 и OA3MHP соответствуют стандарту Telcordia Standards GR-357-CORE, который определяет общие требования к надежности компонентов, используемых в телекоммуникационном оборудовании.

## УСИЛИТЕЛИ В МОДУЛЬНОМ ИСПОЛНЕНИИ

Компания Centellax выпускает четыре модели мощных усилителей в модульном исполнении с высоким коэффициентом усиления (рис.3, табл.2), предназначенных для военных, лабораторных и других применений. В них

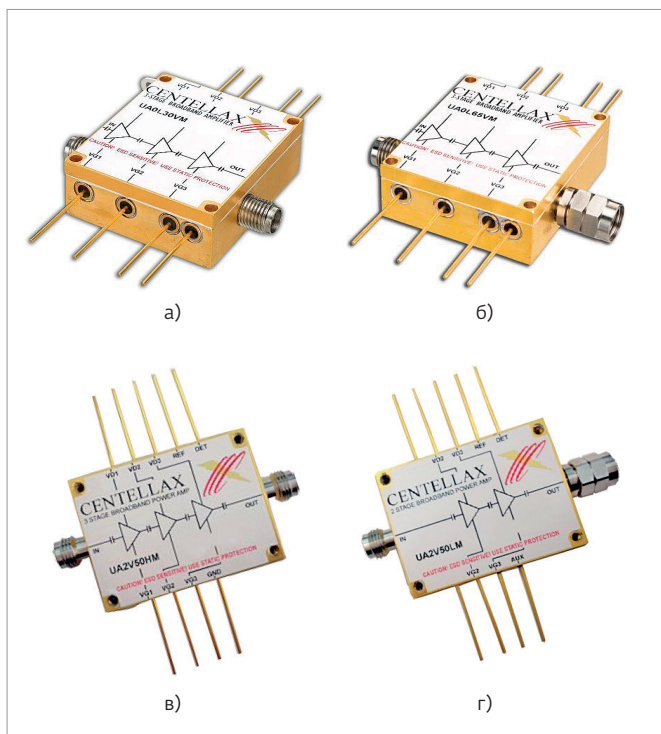


Рис.3. Усилители: а) UA0L30VM, б) UA0L65VM, в) UA2V50HM, г) UA2V50LM

используются сверхширокополосные монолитные СВЧ-интегральные схемы на основе арсенида галлия (GaAs). Модули оснащены необходимыми соединителями, включают в себя блоки питания DC и цепи смещения. Температурный диапазон хранения усилительных модулей от -55 до 125°C, рабочий температурный диапазон от -25 до 85°C.

Таблица 2. Параметры усилителей

Номер модели	Диапазон рабочих частот, ГГц	Коэффициент усиления, дБ	Выходная мощность в режиме насыщения, дБм	Напряжение питания, В	Тип соединителя*
UA0L30VM	10 <sup>-4</sup> –30	30	22	7	2,92 мм "К"
UA0L65VM	10 <sup>-4</sup> –26	30	23	7	2,4 мм
	26–45	27	23		
UA2V50HM	2–30	28	28	7	1,85 мм "V"
	30–40	25	26		
UA2V50LM	2–26	18	28	6	1,85 мм "V"
	26–40	15	26		

\* Опционально доступны и другие типы соединителей.

Модуль UA0L30VM представляет собой широкополосный трехкаскадный усилитель общего назначения. Он обладает широким частотным диапазоном от 100 кГц до 30 ГГц, малой потребляемой мощностью – 2,7 Вт, достаточной выходной мощностью – 23 дБм, низким коэффициентом шума. Неравномерность усиления составляет ±2 дБ, коэффициент шума – не более 5,5 дБ. Усилитель UA0L30VM удовлетворяет требованиям Ассоциации антистатической защиты ESDS Component Sensitivity Classification 1B per ESD STM5.1-1998.

Усилитель UA0L65VM – это широкополосный трехкаскадный усилитель общего назначения, предназначенный для использования на частотах до 50 ГГц. Коэффициент его усиления в рабочем диапазоне частот колеблется в пределах всего 2 дБ, минимальное значение коэффициента шума составляет 4,2 дБ (на частоте 17 ГГц).

UA2V50HM и UA2V50LM – широкополосные измерительные усилители. Они разработаны с целью обеспечения исключительной равномерности усиления более чем в пяти октавах частотного диапазона. Эти два устройства различаются значением коэффициента усиления: UA2V50LM выполнен по двухкаскадной схеме и имеет средний коэффициент усиления 18 дБ, а UA2V50HM – по трехкаскадной схеме, и коэффициент усиления составляет 30 дБ. Усилители предназначены для использования в системах связи, тестовом оборудовании, военных системах и др. Рассеиваемая мощность усилителя UA2V50LM равна 10,6 Вт, а выходная мощность меняется с 30 дБм на частоте 5 ГГц до 24 дБм на частоте 45 ГГц.

Компания Centellaх выпускает плату электропитания TE1B PCB для точной настройки режимов питания стока и затвора одно-, двух- и трехкаскадных модулей усилителей.

## МИКРОВОЛНОВЫЕ ПРЕДЕЛИТЕЛИ И ДЕЛИТЕЛИ ЧАСТОТЫ

Компания Centellaх предлагает набор делителей и предварительных делителей частоты в пластиковом корпусе QFN и в керамических герметичных корпусах (табл.3). Каждый делитель полностью программируется для установки необходимого коэффициента деления и имеет высокую входную чувствительность. Устройства могут использоваться в приложениях высокоскоростной обработки сигналов (Гбит/с), в цифровых вычислительных синтезаторах с прямым цифровым синтезом (DDS), генераторах с цифровым программным управлением.

Все микросхемы делителей частоты имеют диапазон температур хранения от  $-85$  до  $125^{\circ}\text{C}$ , диапазон рабочих температур от  $-40$  до  $85^{\circ}\text{C}$ . Напряжение питания равно  $-3,3$  В. Делители могут функционировать в режимах с несимметричными (одинарными) или дифференциальными входами

и выходами. Для улучшения системной интеграции управляющие входы делителей являются КМОП- и ТТЛ-совместимыми. Для всех делителей частоты выпускаются отладочные платы, имеющие ВЧ-разъемы типа SMA и НЧ-разъем типа SMB.

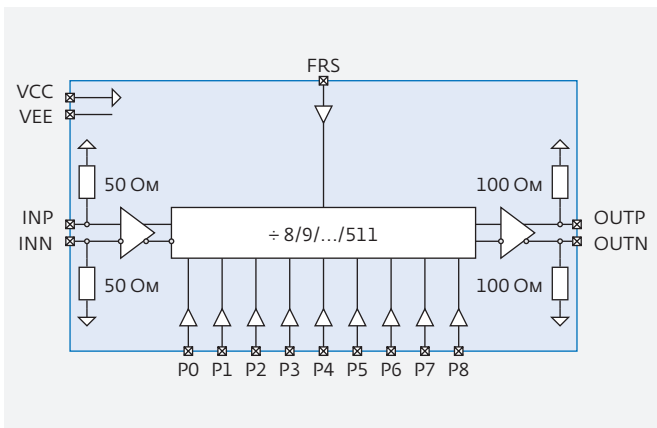
Если потребителям необходимо контролировать температуру микросхемы, на ней может быть установлен термочувствительный диод. Возможность подключения диода для индикации температуры предусмотрена для делителей UXM15P, UXC20P, UXD20P, UXD20K и UXN14M32K. Расчет температуры поверхности микросхемы можно выполнить с использованием практически линейной температурной зависимости падения напряжения на диоде, приводимой в описаниях ИС.

Остановимся на особенностях делителей частоты, выпускаемых компанией. Микросхемы UXN6M9P и UXN14M9P представляют собой программируемые целочисленные делители частоты с коэффициентами деления в диапазоне от 8 до 511. UXN6M9P может быть использован в различных высокочастотных синтезаторах как маломощный делитель частоты общего назначения. Необходимая входная мощность лежит в пределах от  $-15$  до  $5$  дБм,

Таблица 3. Параметры делителей частоты

Модель	Коэффициенты деления	Диапазон рабочих частот, ГГц	Фазовый шум*, дБн/Гц	Тип корпуса	Соответствие стандарту RoHS
UXN6M9P	8, 9, ..., 510, 511	0–9	-147	QFN 6×6 мм	Да
UXN14M9P	8, 9, ..., 510, 511	0–14	-147	QFN 6×6 мм	Да
MX1DS10P	$2^1, 2^2, \dots, 2^{20}$	0,05–15	-153	QFN 6×6 мм	Да
UXM15P	2, 4, 8	0–20	-153	QFN 4×4 мм	Да
	4, 5, 6, 7, 8, 9	0–15			
UXC20P	2, 4, 8	0–20	-153	QFN 4×4 мм	Да
UXD20P	1, 2, 4, 8	0–20	-153	QFN 4×4 мм	Да
UXD20K	1, 2, 4, 8	0–26,5	-153	Керамический 4×4 мм	Нет
UXN14M32K	1, 2, ..., $2^{32}-1$	0–15	-150	Керамический 4×4 мм	Нет

\* Фазовый шум измерен на входной частоте 8 ГГц при отстройке 10 кГц.



**Рис.4.** Структурная схема делителей частоты UHN6M9P и UHN14M9P

выходная мощность составляет 4 дБм, рассеиваемая мощность – 460 мВт, типовое значение теплового сопротивления "переход-корпус" (Junction-Case Thermal Resistance) – 34°С/Вт.

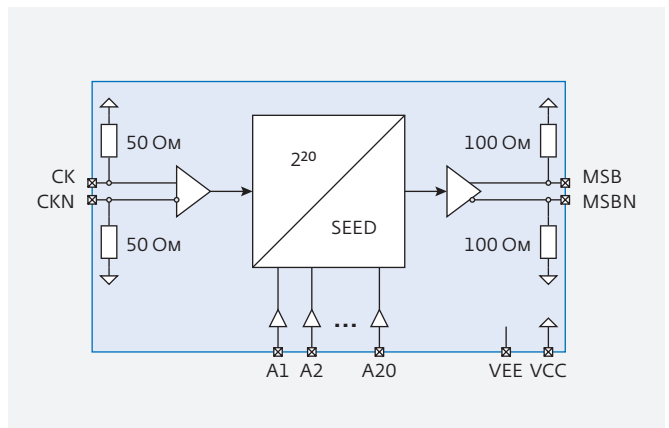
Управляющий вход FRS (Frequency Range Selector) (рис.4) предназначен для выбора частотного диапазона делителя. ИС имеет параллельные входы управления P0, P1, ..., P8; с их помощью устанавливается необходимый коэффициент деления, который определяется по формуле:

$$N = P_0 \cdot 2^0 + P_1 \cdot 2^1 + P_2 \cdot 2^2 + \dots + P_8 \cdot 2^8 \text{ для } 8 \leq N \leq 511.$$

UHN14M9P имеет те же характеристики, что и UHN6M9P, за исключением более широкого частотного диапазона (до 14 ГГц). Быстрое переключение в сочетании с широким диапазоном коэффициентов деления делают UHN14M9P и UHN6M9P оптимальным вариантом для ФАПЧ как с целочисленным, так и с дробным коэффициентом деления. Дробное деление может быть достигнуто при подаче на управляющие входы этих делителей необходимой кодовой последовательности, например дельта-сигма модулирующей последовательности.

Программируемый целочисленный широкополосный предделитель частоты MX1DS10P имеет рабочий частотный диапазон от 0,05 до 15 ГГц и позволяет изменять коэффициент деления в очень широких пределах – от 2 до 1 048 576 ( $2^{20}$ ). Устройство содержит программируемый делитель и широкополосные буферные каскады на входе и выходе (рис.5). Микросхема произведена с использованием кремний-германиевого (SiGe) процесса.

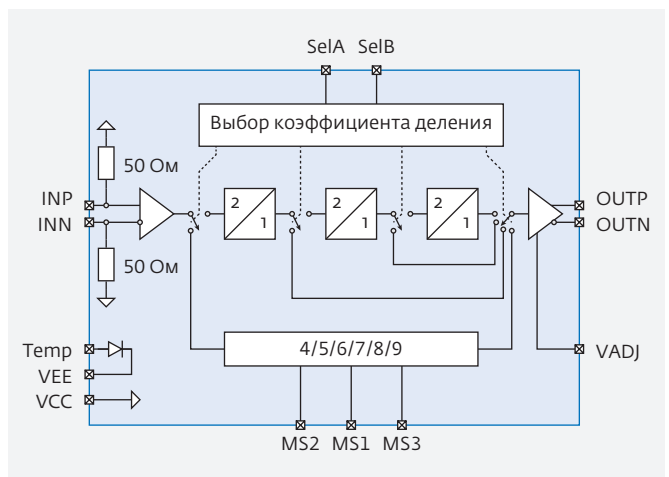
Коэффициент деления данного делителя частоты равен  $K = 2^{20}/SEED$ , где  $SEED = A_1 + A_2 \cdot 2^1 + A_3 \cdot 2^2 + \dots + A_{20} \cdot 2^{19}$ ; максимальное значение SEED



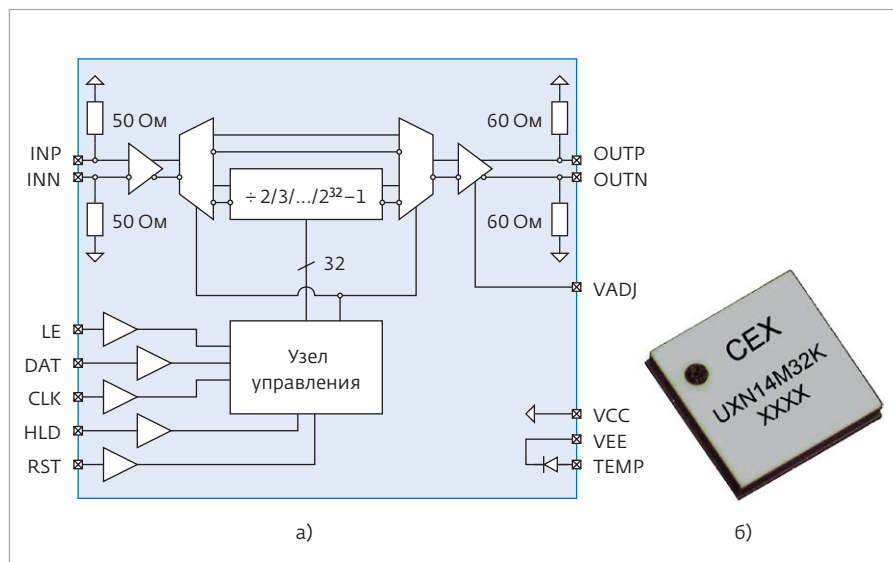
**Рис.5.** Структурная схема предделителя частоты MX1DS10P

равно  $2^{19}$ . Предделитель MX1DS10P идеально подходит для синтезаторов частот, в которых требуются большие изменяемые коэффициенты деления частоты. В тестовых системах общего назначения также могут использоваться преимущества предделителя – высокая входная чувствительность и широкий частотный диапазон.

Устройство UXM15P представляет собой программируемый целочисленный малошумящий делитель, реализующий два режима деления. Первый режим – двоичное деление с коэффициентом 2, 4 или 8 для высокоскоростного переключения, второй режим – деление с коэффициентами 4, 5, 6, 7, 8 или 9 (рис.6). С использованием двух управляющих входов SelA и SelB делитель может быть сконфигурирован в одно из четырех состояний, а именно – делитель на 2; на 4; на 8; делитель с коэффициентами 4, 5, 6, 7, 8, 9. Значение коэффициента деления



**Рис.6.** Структурная схема делителя частоты UXM15P



**Рис.7.** Структурная схема (а) и внешний вид (б) делителя частоты UXM14M32K

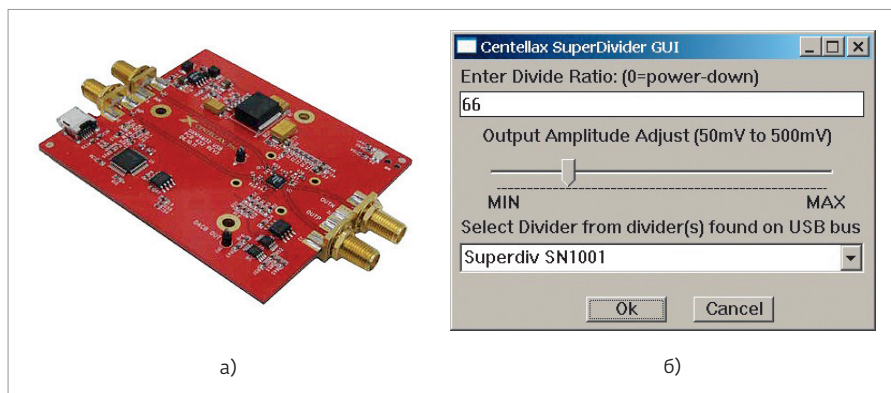
во втором режиме выбирается с помощью управляющих входов MS1, MS2 и MS3. Для каждого заданного режима неиспользуемая цепь автоматически

переходит в режим малого энергопотребления.

Делитель UXM15P имеет большой размах выходного сигнала и высокую входную чувствительность, величина которой составляет -22 дБм на частоте 3 ГГц и уменьшается до -3 дБм на частоте 27 ГГц. Входная мощность составляет от -10 до 10 дБм, выходная мощность лежит в пределах от -5 до 3 дБм, рассеиваемая мощность 610 мВт, тепловое сопротивление "переход-корпус" - 60°С/Вт.

UXM15P может быть использован и как делитель частоты общего назначения, и как предделитель с фиксированным коэффициентом деления в высокочастотных систе-

мах. Два режима деления, реализованные в ИС, позволяют использовать ее в ФАПЧ с целочисленным и дробным коэффициентами деления.



**Рис. 8.** Отладочная плата UXN14M32KE (а) и пользовательский интерфейс программного обеспечения для управления делителем UXN14M32K (б)

Благодаря низкому фазовому шуму делитель хорошо подходит для генерирования синхросигналов с низким джиттером в телекоммуникационных приложениях.

Предделители UXC20P, UXD20P и UXD20K обладают высокой входной чувствительностью и имеют достаточный для стандартных применений размах выходного сигнала. Необходимая входная мощность лежит в пределах от -10 до 10 дБм, типовое значение - 0 дБм. Типовая величина выходной мощности составляет 5 дБм, минимальное значение равно -5 дБм. Рассеиваемая мощность ИС достаточно низкая - 430 мВт, типовое значение теплового сопротивления "переход-корпус" составляет 20°C/Вт для UXC20P, 46°C/Вт для UXD20P, 52°C/Вт для UXD20K.

Бинарный предделитель UXC20P - малощумящая программируемая ИС с коэффициентами деления 2, 4 или 8. Он работает на частотах до 20 ГГц. Программируемый бинарный предделитель UXD20P работает на тех же частотах и имеет коэффициенты деления 1, 2, 4 или 8. В режиме использования с коэффициентом деления 1 предделитель функционирует как широкополосный усилитель-ограничитель с коэффициентом усиления 27-26 дБ в частотном диапазоне до 7 ГГц.

Программируемый предделитель UXD20K - малощумящий делитель частоты с коэффициентами деления 1, 2, 4, 8, работающий в диапазоне частот до 26,5 ГГц. В режиме с коэффициентом деления 1 UXD20K функционирует аналогично UXD20P. Предделитель отвечает требованиями стандартов JEDEC (Joint Electron Device Engineering Council) MO-220 и MSL-1.

Устройства UXC20P, UXD20P и UXD20K можно использовать в качестве делителей частоты общего

назначения и в высокочастотных генераторах на основе петель ФАПЧ.

Последняя разработка компании Centellax - высокоэффективный программируемый 32-битный целочисленный делитель UXN14M32K (торговое название SuperDivider) (рис.7). Его основной узел - программируемый 32-битный целочисленный делитель частоты со всеми возможными коэффициентами деления от 1 до 4 294 967 295 ( $2^{32}-1$ ). Для работы с делителем используется узел управления, под-

ключаемый к трехпроводной последовательной шине (ее входы - LE, DAT и CLK на рис.7). На входе и выходе делитель оснащен буферными каскадами. UXN14M32K выпускается в 24-контактном керамическом корпусе для поверхностного монтажа размером 4x4 мм. Устройство позиционируется компанией как наиболее мощный делитель частоты на рынке и может быть использовано в различных высокочастотных синтезаторах.

Необходимая для работы делителя мощность входного сигнала лежит в пределах 20-10 дБм, выходная мощность составляет 4 дБм, размах выходного напряжения от пика до пика - 0,8 В. Рассеиваемая мощность зависит от коэффициента деления и составляет 0,3-0,8 Вт, типовое значение теплового сопротивления "переход-корпус" равно 51°C/Вт. Предделитель соответствует требованиям стандарта ассоциации JEDEC MO-220 по устойчивости к внешним воздействиям (влажности) и отвечает требованиям промышленного стандарта MSL-1.

Для работы с делителем частоты UXN14M32K компания Centellax разработала отладочную плату UXN14M32KE, которая подключается к персональному компьютеру по шине USB (рис.8а). С помощью прилагаемого программного обеспечения создается пользовательский интерфейс (рис.8б), посредством которого можно управлять амплитудой выходного сигнала и изменять коэффициент деления.

Благодаря своим характеристикам, продукция компании Centellax находит применение в широком спектре приложений и успешно эксплуатируется во многих странах.

## ЛИТЕРАТУРА

1. [www.centellax.com](http://www.centellax.com).
2. [www.radiocomp.ru](http://www.radiocomp.ru).



