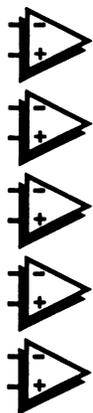


ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МИКРОСХЕМЫ



ОБЗОР

ОПЕРАЦИОННЫЕ УСИЛИТЕЛИ



104 ТИПА, БОЛЕЕ 300 МОДИФИКАЦИЙ

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, АНАЛОГИ

СХЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ

ЗАВОДЫ – ИЗГОТОВИТЕЛИ

1994

СПРАВОЧНИК

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МИКРОСХЕМЫ

ОПЕРАЦИОННЫЕ
УСИЛИТЕЛИ



ББК 32.85
О-60
УДК 621.375(03)

Материалы к изданию подготовили: А.А.Бахметьев, С.О.Колосов

Графическое оформление: И.В.Антоненков, А.И.Григорьев

Корректоры: М.В.Березянская, О.О.Гудымо

Редактор серии "Интегральные микросхемы" А.В.Перебаскин

Интегральные микросхемы: Операционные усилители. Обзор – М.: ДОДЭКА, 1994г., 48 с.

ISBN-5-87835-002-5.

Приводятся подробные сравнительные характеристики операционных усилителей, выпускаемых в СНГ, типы корпусов, торговые марки и адреса изготовителей, схемы измерения параметров, номера технических условий.

Для разработчиков РЭА, специалистов в области радиоэлектроники, широкого круга радиолюбителей, студентов и преподавателей радиотехнических вузов, а также работников служб снабжения.

Компьютерный набор. Подписано в печать с оригинал-макета 28.02.94.
Формат 84x108/16. Гарнитура "Прагматика". Печать офсетная. Усл.-печ. л. 5,04.
Тираж 15000 экз. Заказ 1234.

Издано Внедренческой фирмой "ДОДЭКА"
113162, Москва, ул.Мытная 46, стр.5, офис 76.
Отпечатано с готовых диапозитивов в типографии издательства "Пресса".
125865, Москва, ул. Правды 24.

М 2302030700-002 Без объявл.
ЗЮ0(03)-93

© Внедренческая фирма "ДОДЭКА" - 1994г.

ЭТО ПОЛЕЗНО ПРОЧИТАТЬ

Это первая книга обзорного типа в серии "Интегральные микросхемы". Ее нужно рассматривать как дополнение к первому тому "Операционные усилители" и преддверие к следующим томам, посвященным ОУ.

Ядром обзора является ТАБЛИЦА в которой впервые приводится столь полный перечень сравнительных характеристик выпускаемых ОУ, в том числе спецстойких ОУ.

Обратите внимание на то, что в таблицах 1-7 приведены параметры лучшего из семейства усилителей данной разработки. В основном это усилители специального назначения, в металлокерамическом корпусе и имеющие "лучшую" букву, обозначающую различие в электрических параметрах. Другие ОУ этого семейства могут иметь значения параметров, существенно отличающиеся от приведенных в таблицах 1-7.

Необходимо отметить тот факт, что при классификации ОУ используется ряд критериев (численные значения определенных параметров), которые не позволили включить в конкретную классификационную таблицу ОУ в соответствии с их названиями, приведенными в технических условиях (ТУ). Например: усилитель типа 140УД8 имеет в ТУ название "Прецизионный ОУ с малыми входными токами и малой потребляемой мощностью", но в данном издании по своим параметрам попадает в раздел "Операционные усилители общего применения". Применение этих критериев продиктовано возросшим технологическим уровнем и появлением новых типов ОУ, значительно превосходящих по своим параметрам предшествующие разработки.

Также обратите внимание на то, что один и тот же усилитель может оказаться в разных таблицах, так как одновременно удовлетворяет разным приводимым критериям.

В процессе работы с информацией, как отечественных, так и зарубежных фирм, был замечен ряд опечаток, ошибок и неточностей. По мере сил они были исправлены.

В связи с совершенствованием технологий производства и соответствующей коррекцией ТУ возможно появление расхождений между сведениями, помещенными в настоящем издании, и сведениями, содержащимися в ТУ.

В дальнейшем планируется выпускать аналогичные обзоры не реже одного раза в год, внося информацию о новых приборах и дополняя сведения об уже выпускаемых.

Напоминаем, что обзор не заменяет технических условий и других нормативных документов, утвержденных в установленном порядке, и не является юридическим документом для предъявления рекламаций производителям или претензий составителям.

Просим извинения за опечатки в томе 1 "Операционные усилители". Исправления приведены на стр.45.

Благодарим за помощь в подготовке издания Огневского А.В.

Наша фирма продолжает подписную кампанию на серию справочников "Интегральные микросхемы". Подписной талон Вы найдете на стр. 47.

Предложения и замечания будут с благодарностью приняты по тел. (095) 236-44-78 и факсу (095) 236-44-65.

СОСТАВИТЕЛИ

ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

ПРИБОР	ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ	стр.	✎
140УД1	операционный усилитель общего применения	20	A
140УД2*	операционный усилитель общего применения	20	B
140УД5	операционный усилитель общего применения	20	C
140УД6	операционный усилитель общего применения	20	D
140УД7	операционный усилитель общего применения	20	E
140УД8***	операционный усилитель общего применения	22	A
140УД9*	операционный усилитель общего применения	22	B
140УД10*	быстродействующий операционный усилитель	22	C
140УД11	быстродействующий операционный усилитель	22	C
140УД12	микроомощный программируемый операционный усилитель	22	D
140УД13***	прецизионный операционный усилитель (МДМ)	22	E
140УД14	микроомощный операционный усилитель	22	F
140УД16*	операционный усилитель общего применения	24	A
140УД17	прецизионный операционный усилитель	24	B
140УД18	операционный усилитель общего применения	24	C
140УД20	сдвоенный операционный усилитель	24	D
140УД21*	прецизионный операционный усилитель со стабилизацией прерыванием	24	E
140УД22***	операционный усилитель общего применения	24	E
140УД23	быстродействующий операционный усилитель с малым входным током	24	F
140УД24	прецизионный операционный усилитель со стабилизацией прерыванием	24	G
140УД25	прецизионный, малошумящий операционный усилитель	24	H
140УД26	быстродействующий прецизионный операционный усилитель	24	I
140УД27**	измерительный усилитель с программируемым коэффициентом усиления	26	A
140УД30***	быстродействующий микроомощный операционный усилитель с полевыми транзисторами на входе	26	A
140УД33**	микроомощный операционный усилитель со встроенным источником опорного напряжения	26	A
140УД66	операционный усилитель с однополярным питанием и высоким уровнем выходного сигнала	26	B
140УД281**	микроомощный операционный усилитель с полевыми транзисторами на входе	26	C
140УД282**	сдвоенный микроомощный операционный усилитель с полевыми транзисторами на входе	26	C
140УД284**	счетверенный микроомощный операционный усилитель с полевыми транзисторами на входе	26	C
153УД1	операционный усилитель общего применения	26	D
153УД2	операционный усилитель общего применения	26	E
153УД3	операционный усилитель общего применения	26	F
153УД4	микроомощный операционный усилитель	26	F
153УД5	операционный усилитель общего применения	26	G
153УД6	операционный усилитель общего применения	26	H
154УД1	микроомощный операционный усилитель	26	I
154УД2*	быстродействующий операционный усилитель	26	J
154УД3	быстродействующий операционный усилитель	26	J
154УД4	быстродействующий операционный усилитель	28	A
157УД1	мощный операционный усилитель	28	B

* – в настоящее время не выпускается

** – в стадии освоения

*** – в ТУ имеет другое название

ПРИБОР	ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ	стр.	И
157УД2	сдвоенный операционный усилитель	28	В
157УД3	сдвоенный операционный усилитель	28	В
157УД4	операционный усилитель общего применения	28	В
157УД5	операционный усилитель общего применения	28	В
157УД6	операционный усилитель общего применения	28	В
157УД7**	сдвоенный операционный усилитель	28	В
157УД8**	сдвоенный операционный усилитель	28	В
544УД1	операционный усилитель с малым входным током	28	С
544УД2	быстродействующий операционный усилитель с малым входным током	28	Д
544УД3	операционный усилитель общего применения с малым входным током	28	Е
544УД4	сдвоенный операционный усилитель с малым входным током	28	Е
544УД5	микромощный операционный усилитель с малым входным током	28	Е
544УД6**	сдвоенный операционный усилитель с малым входным током	28	Е
551УД1	операционный усилитель общего применения	28	Ф
551УД2	сдвоенный операционный усилитель	28	Г
553УД1	операционный усилитель общего применения	30	А
553УД2	операционный усилитель общего применения	30	В
553УД6	операционный усилитель общего применения	30	В
574УД1	быстродействующий операционный усилитель	30	С
574УД2	сдвоенный операционный усилитель	30	Д
574УД3***	быстродействующий, малoshумящий операционный усилитель	30	Е
574УД4	операционный усилитель общего применения	30	Ф
1005УД1	сдвоенный операционный усилитель	30	Г
1032УД1	сдвоенный, микромощный операционный усилитель и два компаратора	30	Г
1040УД1	сдвоенный высоковольтный операционный усилитель	30	Н
1040УД2	сдвоенный, мощный операционный усилитель	30	Н
1053УД1*	сдвоенный операционный усилитель	30	І
1053УД2*	сдвоенный операционный усилитель	30	І
1053УД3	четверенный, микромощный операционный усилитель	30	І
1401УД1	четверенный операционный усилитель	32	А
1401УД2	четверенный операционный усилитель	32	В
1401УД3	четверенный операционный усилитель	32	С
1401УД4	четверенный операционный усилитель	32	С
1401УД6	операционный усилитель общего применения плюс компаратор	32	Д
1407УД1	быстродействующий, малoshумящий операционный усилитель	32	Е
1407УД2	микромощный малoshумящий программируемый операционный усилитель	32	Ф
1407УД3***	микромощный малoshумящий операционный усилитель	32	Г
1407УД4	четверенный микромощный малoshумящий операционный усилитель	32	Г
1408УД1	высоковольтный операционный усилитель	32	Н
1408УД2*	сдвоенный операционный усилитель	32	Н
1409УД1	низковольтный операционный усилитель с малым входным током (для мед.техники)	32	І
1416УД1	широкополосный операционный усилитель (спецстойкий)	32	Ж

* – в настоящее время не выпускается

** – в стадии освоения

*** – в ТУ имеет другое название

ПЕРЕЧЕНЬ ОУ

ПРИБОР	ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ	стр.	⌘
1417УД6	операционный усилитель общего применения (спецстойкий)	34	A
1417УД20	сдвоенный операционный усилитель (спецстойкий)	34	A
1417УД29	операционный усилитель общего применения (спецстойкий)	34	A
1417УД64	операционный усилитель общего применения (спецстойкий)	34	A
1417УД294	операционный усилитель общего применения (спецстойкий)	34	A
1419УД1	быстродействующий операционный усилитель (спецстойкий)	34	B
1420УД1	широкополосный, быстродействующий операционный усилитель	34	B
1422УД1	мощный операционный усилитель	34	B
1423УД1	операционный усилитель с малым входным током	34	C
1423УД2	сдвоенный операционный усилитель с малыми входными токами	34	C
1426УД1	сдвоенный операционный усилитель (для магнитной головки звукоснимателя)	34	D
1433УД1	широкополосный быстродействующий операционный усилитель	34	D
1434УД1	сдвоенный операционный усилитель	34	E
1435УД1	счетверенный операционный усилитель	34	F
1435УД2	счетверенный операционный усилитель	34	F
1435УД3	счетверенный операционный усилитель	34	F
1435УД4	счетверенный операционный усилитель	34	F
LM324	счетверенный операционный усилитель	34	G
UA01УД01	микромощный операционный усилитель	34	G

* – в настоящее время не выпускается

** – в стадии освоения

*** – в ТУ имеет другое название

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В разных источниках информации, как в отечественных, так и зарубежных, существует различная трактовка одних и тех же параметров, нормируемых на операционные усилители (ОУ), а некоторые параметры приводятся вообще без пояснений. Все это затрудняет выбор конкретного ОУ при решении практических задач. Ниже приводятся основные характеристики ОУ в трактовке, показавшейся авторам наиболее подходящей.

Ряд авторов справочных изданий и разработчиков ОУ используют свои условные обозначения параметров, что также вносит дополнительные сложности. Зарубежные фирмы также используют в ряде случаев свои индексы и обозначения. Поэтому следует ориентироваться на полное название параметра.

Операционный усилитель – усилитель электрических сигналов, предназначенный для выполнения различных операций над аналоговыми величинами при работе в схеме с отрицательной обратной связью (ООС). Комплексная схема из ОУ и внешних элементов, образующих ООС, носит название **решающего усилителя (РУ)**.

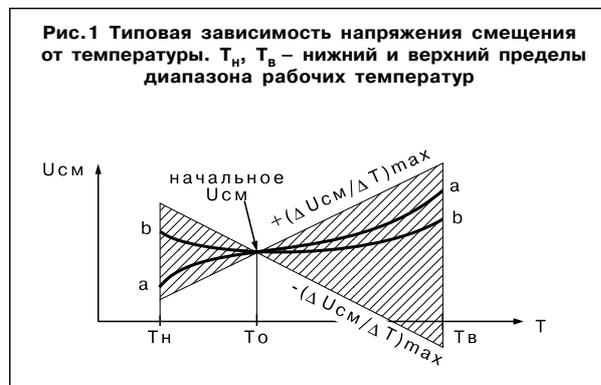
Дифференциальный операционный усилитель (ДУ) – операционный усилитель, имеющий два симметричных входа.

Входное напряжение ($U_{вх}$) – напряжение между выводами входа и земли или напряжение между входными выводами дифференциального ОУ (дифференциальное входное напряжение ($U_{вх.диф}$)).

Предельное входное напряжение ($U_{вх.макс}$) – максимальное значение входного напряжения, не вызывающее необратимых изменений в ОУ.

Коэффициент усиления ОУ ($K_{y,u}$ или $K_{y,i}$) – отношение приращения значения выходного напряжения (тока) ОУ к вызвавшему это приращение значению входного напряжения (тока).

Напряжение смещения ОУ ($U_{см}$) – значение постоянного входного напряжения, при котором выходное напряжение равно нулю при включении резисторов с оговоренными значениями сопротивлений между любым входным выводом ОУ и источником входного напряжения. Если значения указанных сопротивлений стремятся к нулю, то напряжение смещения называют **э.д.с. смещения ($E_{см}$)**. Однако в некоторых случаях в технических условиях на конкретные ОУ производится подмена понятия $E_{см}$ на $U_{см}$.



Средний температурный дрейф напряжения смещения

($\Delta U_{см}/\Delta T$) – максимальное изменение значения $U_{см}$ при изменении температуры окружающей среды (рис.1). Имеет размерность мкВ/°С.

Временной дрейф напряжения (э.д.с.) смещения

($\Delta U_{см}/\Delta t$) – максимальное изменение $U_{см}$ ($E_{см}$) операционного усилителя за указанный интервал времени через заданный интервал после включения при условии необходимой стабильности прочих воздействующих факторов.

Синфазные входные напряжения ($U_{вх.сф}$) – на практике используются двумя определениями $U_{вх.сф}$:

1. Напряжения между каждым из входных выводов ОУ и землей, амплитуды и фазы которых совпадают, или что фактически эквивалентно среднему арифметическому напряжений, приложенных к входам усилителя. Однако это ведет к формальным трудностям в определении параметров ОУ и поэтому часто используют следующее определение:

2. Напряжение на неинвертирующем входе ОУ. Практически оба определения равнозначны, поскольку напряжение между входами ОУ значительно меньше входного синфазного напряжения.

Диапазон синфазных входных напряжений ($\Delta U_{вх.сф}$) – диапазон значений синфазных входных напряжений, в котором параметры ОУ лежат в гарантированных пределах.

Предельные синфазные входные напряжения ($U_{вх.сф.макс}$) – максимальные значения синфазных входных напряжений, не вызывающие необратимых изменений в ОУ.

Коэффициент ослабления синфазных входных напряжений ($K_{ос.сф}$) – коэффициент, равный отношению синфазного входного напряжения к дифференциальному входному напряжению, вызывающих одно и то же приращение выходного напряжения ОУ.

Малый сигнал – сигнал, воздействующий на операционный усилитель, увеличение амплитуды которого вдвое не приводит к изменению исследуемого параметра.

Диапазон выходного напряжения ($\Delta U_{вых}$) – диапазон значений выходного напряжения (между выходом и землей ОУ), в котором параметры ОУ, определяемые малым сигналом, лежат в гарантированных пределах.

Максимальное выходное напряжение ($U_{вых.макс}$) – предельное значение выходного напряжения ОУ при оговоренном сопротивлении нагрузки и напряжении входного сигнала.

Входной ток ОУ ($I_{вх}$) – ток, протекающий во входной цепи ОУ. В технических условиях под входным током подразумевают **средний входной ток**, определяемый как среднее арифметическое входных токов по каждому из входов $I_{вх.1}$ и $I_{вх.2}$ при заданном значении выходного напряжения. Так как $I_{вх.1} \approx I_{вх.2}$, то значение входного тока приблизительно совпадает с входным током каждого входа ОУ. В технических условиях обычно приводятся сильно завышенные значения $I_{вх}$.

Предельный входной ток ($I_{вх.макс}$) – максимальное значение входного тока ОУ, не вызывающее необратимых изменений в усилителе.

Разность входных токов ($\Delta I_{вх}$) – разность значений токов, протекающих через входы дифференциального ОУ, при заданном значении входного напряжения.

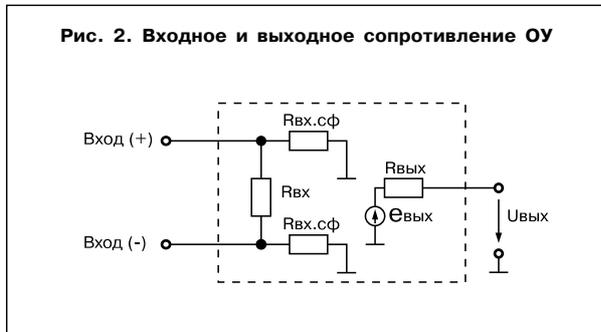
Диапазон выходного тока ($\Delta I_{\text{вых}}$) – диапазон значений выходного тока, в котором параметры ОУ лежат в гарантированных пределах.

Предельный выходной ток ($I_{\text{вых.макс}}$) – максимальное значение выходного тока при оговоренном выходном напряжении, не вызывающем необратимые изменения в ОУ.

Входное сопротивление ($R_{\text{вх}}$) – величина, равная отношению приращения входного напряжения ОУ к приращению входного тока при заданном значении частоты сигнала. Фактически это сопротивление между входами ОУ (рис.2). Необходимо помнить, что входное сопротивление ОУ и РУ – два разных понятия, так, в случае неинвертирующего включения входное сопротивление РУ много больше $R_{\text{вх}}$ ОУ, на базе которого он построен.

Входное сопротивление для синфазных напряжений ($R_{\text{вх,сф}}$) – величина, равная отношению приращения синфазных входных напряжений ОУ к приращению $I_{\text{вх}}$ при заданной частоте сигнала (рис.2). Этот параметр приводится достаточно редко, и ориентировочное значение лежит в диапазоне от сотен килоом (ОУ с биполярными входными транзисторами) до десятков гигаом (ОУ с полевыми транзисторами).

Выходное сопротивление ($R_{\text{вых}}$) – величина, равная отношению приращения выходного напряжения ОУ к вызвавшему его приращению выходного тока (рис.2). Этот параметр нормируется достаточно редко, и ориентировочное его значение составляет десятки – сотни ом. Необходимо помнить, что выходное сопротивление РУ во много раз меньше, чем $R_{\text{вых}}$ ОУ, на базе которого он построен.

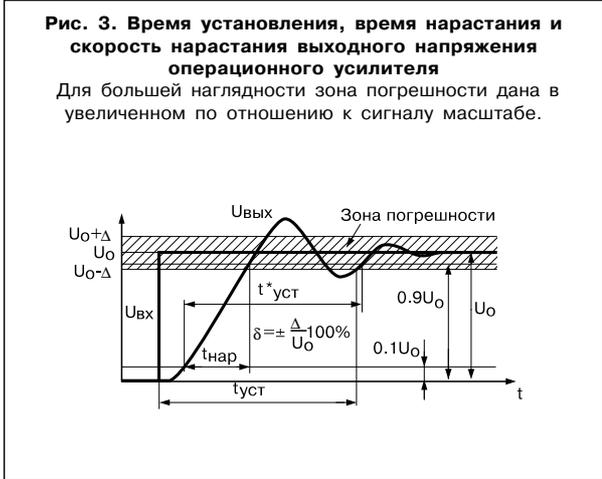


Входная емкость ($C_{\text{вх}}$) – величина, равная отношению емкостной реактивной составляющей входного тока ОУ к произведению круговой частоты на синусоидальное входное напряжение усилителя при заданном значении частоты сигнала. Фактически под входной емкостью подразумевается емкость между входами ОУ.

На зарубежных ОУ нормируется значение **входного импеданса ($Z_{\text{вх}}$)** (Input Impedance), что эквивалентно параллельному соединению $R_{\text{вх}}$ и $C_{\text{вх}}$. С увеличением частоты входного сигнала (приблизительно со 100 кГц) значение $Z_{\text{вх}}$ уменьшается.

Время установления выходного напряжения ($t_{\text{уст}}$) – время от момента подачи на вход импульса напряжения прямоугольной формы до момента последнего вхождения выходного напряжения в зону заданной погрешности. Вышесказанное поясняется на рис.3. Иногда этот параметр, даже в серьезных изданиях, трактуется не совсем корректно ($t_{\text{уст}}^*$ на рис.3). Схема измерения $t_{\text{уст}}$ приведена на рис.4, но в литературе можно встретить

схемы, в которых усилитель не охвачен 100%-ной обратной связью. Обычно время установления нормируется для зоны заданной погрешности $\delta = 1\%, 0,1\%$ и (или) $0,01\%$ при максимальной амплитуде входного импульса для данного типа ОУ.



Время нарастания ($t_{\text{нар}}$) – время, за которое выходное напряжение изменяется от уровня 0,1 до уровня 0,9 установившегося значения (рис.3).

Максимальная скорость нарастания выходного напряжения ($V_{U_{\text{вых,макс}}}$) – наибольшая скорость изменения выходного напряжения ОУ при воздействии импульса максимального входного напряжения прямоугольной формы (рис.3). Определяется как отношение приращения выходного напряжения к времени $t_{\text{нар}}$, за которое произошло это приращение $dU_{\text{вых}}/dt$. Максимальная скорость нарастания на данном этапе развития электроники лежит в пределах от десятых долей В/мкс (прецизионные ОУ) до сотен В/мкс (быстродействующие ОУ).

Для передачи без искажений синусоидального сигнала необходимо выбирать ОУ из следующего соображения:

$$(dU_{\text{вых}}/dt)_{\text{max}} < V_{U_{\text{вых,макс}}}, \text{ т.е. } U_m \cdot 2\pi f < V_{U_{\text{вых,макс}}}$$

где U_m и f – амплитуда и частота синусоидального сигнала.

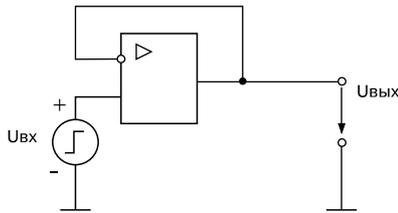
Время восстановления ($t_{\text{в}}$) – время с момента снятия скачком входного сигнала перегрузки до момента последнего вхождения выходного напряжения в зону погрешности, заданную относительно идеального значения (рис.4, рис.5). Это очень важный параметр, но часто не указывается в технических характеристиках и поэтому пользователь должен определять его эмпирически. Необходимо помнить, что время восстановления, необходимое для выхода из положительного насыщения, может существенно отличаться от $t_{\text{в}}$, необходимого для выхода из отрицательного насыщения.

Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) – зависимость модуля коэффициента усиления от частоты (рис.6).

Фазо-частотная характеристика (ФЧХ) – зависимость аргумента коэффициента усиления ОУ от частоты.

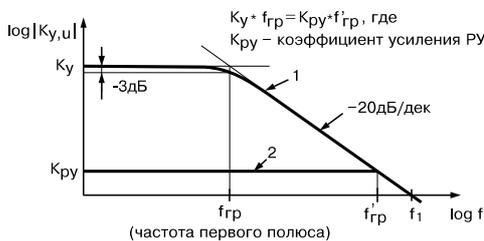
Частота единичного усиления (f_1) – это частота, на которой модуль коэффициента усиления ОУ равен единице (рис.6). Зачастую вводится понятие **частоты среза ($f_{\text{срз}}$)** – частоты единичного усиления при таких параметрах корректирующих це-

Рис. 4. Схема измерения времени установления, скорости нарастания, времени восстановления выходного напряжения ОУ



пей, при которых возможно введение полной отрицательной обратной связи, т.е. соединение выхода ОУ с инвертирующим входом. В случае, когда АЧХ операционного усилителя пересекает уровень единичного усиления с наклоном 20 дБ/дек (например, для ОУ с внутренней частотной коррекцией), частота f_1 и частота f_{CP3} равны.

Рис. 6. Типичная амплитудно-частотная характеристика (АЧХ)



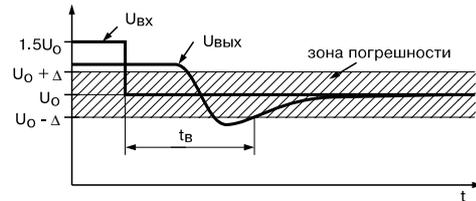
- 1 – ОУ не охваченного обратной связью
- 2 – ОУ охваченного обратной связью

Граничная частота ($f_{гр}$) – это частота, на которой коэффициент усиления уменьшается на 3 дБ (т.е. до уровня 0,707) относительно своего значения на низких частотах. В зарубежной литературе носит название “полоса пропускания” (рис.6).

Если ОУ имеет цепи внешней частотной коррекции, то параметр $f_{гр}$ теряет смысл. В технических характеристиках обычно приводится значение частоты единичного усиления f_1 , что позволяет рассчитать частотную погрешность для ОУ с любым коэффициентом передачи. Для расчета частотной погрешности усилителя с внешней коррекцией необходимо воспользоваться приводимыми в технических характеристиках графиками АЧХ. Типичные значения f_1 лежат в пределах от сотен килогерц, для прецизионных ОУ, до десятков мегагерц для быстродействующих, причем у последних, как правило, внешняя частотная коррекция.

Коэффициент влияния нестабильности источников питания ($K_{вл.ип}$) – отношение приращения $E_{см}$ ($U_{см}$) операционного усилителя к вызвавшему его приращению напряжения источника питания. Аналогично определяются коэффициенты влияния на входной ток и разность входных токов.

Рис. 5. Время восстановления выходного сигнала ОУ



Действующее (эффективное, среднеквадратическое) значение напряжения шума, приведенное ко входу ОУ ($E_{ш.вх}$ или $U_{ш.вх}$) – значение шума ОУ в оговоренной полосе частот при стопроцентной ООС, выраженное в действующих значениях напряжения.

Спектральная плотность входной ЭДС (напряжения) шума (нормированное напряжение шума) (e_n) и спектральная плотность входного тока шума (нормированный ток шума) (i_n) выражают в дифференциальной форме частотную зависимость действующих значений $E_{ш}$ и $I_{ш}$ в определенном диапазоне частот Δf :

$$e_n^2 = \frac{dE_{ш}^2}{df}, \quad i_n^2 = \frac{dI_{ш}^2}{df}$$

Спектральные плотности e_n и i_n имеют соответственно размерности В/ $\sqrt{Гц}$ и А/ $\sqrt{Гц}$ и нормируются обычно для высокочастотного шума (свыше 10 Гц).

Зная частотную зависимость этих двух спектральных плотностей e_n и i_n в виде аналитического выражения, графика или, в крайнем случае, в виде двух дискретных значений, можно определить действующее значение шума в заданной полосе частот от f_1 до f_2 путем аналитического или численного интегрирования:

$$E_{ш.вх}^2 = \int_{f_1}^{f_2} e_n^2 df, \quad I_{ш.вх}^2 = \int_{f_1}^{f_2} i_n^2 df$$

Наряду с нормированием действующего значения шума применяется нормирование значения шума от пика до пика в заданном диапазоне частот и при заданной вероятности, выраженной через ширину доверительного интервала в среднеквадратических отклонениях σ . Такое нормирование применяется для низкочастотного шума (от 0,01 Гц до 10 Гц). Ширину доверительного интервала выбирают, как правило, от $\pm 3\sigma$ до $\pm 5\sigma$.

Рабочий диапазон температур (Т) – диапазон температур, при котором гарантируются нормируемые параметры ОУ.

Диапазон температур хранения ($T_{хр}$) – диапазон температур, после нахождения в котором ОУ не потеряет работоспособность и будет соответствовать нормируемым параметрам.

Диапазон значений параметров цепей нагрузки – диапазон значений емкости C_n , активного сопротивления нагрузки R_n и емкости, включенной на входе ОУ, в котором обеспечивается устойчивость усилителя при любых воздействиях и гарантируется время установления в пределах диапазона выходного напряжения.

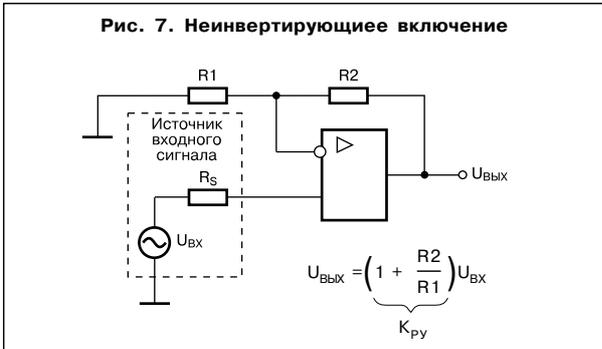
Ток (напряжение) управления ($I_{упр}$) – ток, протекающий по (напряжение, приложенное к) выводу управления и определяющий ряд основных параметров ОУ, таких как: ток потребления, коэффициент усиления, частота единичного усиления, скорость нарастания, входной ток, минимальное сопротивление нагрузки и т.д.

Параметры ОУ во встречающейся литературе и в технических условиях (ТУ) на конкретные типы ОУ могут иметь несколько иную трактовку, чем приведенные выше и поэтому при выборе ОУ для решения конкретной задачи необходимо ознакомиться с определением, данным в ТУ на данную микросхему и обратить внимание на схему и метод измерения того или иного параметра. Это можно пояснить на примере определения времени установления выходного напряжения ОУ (рис.3). Один и тот же усилитель может иметь существенно разные значения измеренного времени установления, если параметр $t_{уст}$ трактовать в одном случае, как в ГОСТ 18421-73 ($t_{уст}^*$ на рис.3), а в другом случае, как принято трактовать в мировой практике и как это трактуется в данной книге ($t_{уст}$ на рис.3). К тому же значение времени установления существенно зависит от схемы включения ОУ, в частности, от глубины отрицательной обратной связи.

В данном издании приведены не все параметры, нормируемые на ОУ. К тому же новые области применения операционных усилителей подталкивают разработчиков к нормированию все новых и новых параметров. Мы попытаемся отслеживать ситуацию и в следующих томах вводить новые определения, а также расширять и уточнять уже приведенные.

Пример расчета погрешностей по постоянному току для стандартных включений

Неинвертирующее включение:



Погрешность приведенная к выходу ($\Delta U_{вых}$):

$$\Delta U_{вых} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \left[U_{см} + \left(\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} - R_s \right) I_{вх} + \left(\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_s \right) \frac{\Delta I_{вх}}{2} \right]$$

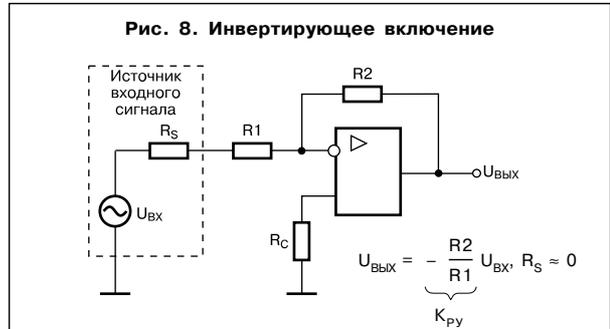
Частные случаи:

$$\begin{aligned} \Delta U_{вых, макс} &= \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) (U_{см} + R_s \Delta I_{вх}), \text{ если } R_s = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \\ &\approx \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \left(U_{см} + \left| \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} - R_s \right| I_{вх} \right), \text{ если } \Delta I_{вх} \ll I_{вх} \\ &\approx \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \left[U_{см} + R_s \left(I_{вх} + \frac{\Delta I_{вх}}{2} \right) \right], \text{ если } R_s \gg \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \end{aligned}$$

Погрешность коэффициента передачи ($\Delta K_{пу}$):

$$\Delta K_{пу} \approx \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \frac{1}{K_{y,u}} + \frac{1}{K_{oc,сф}}, \text{ при } K_{y,u} \gg \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

Инвертирующее включение:



Погрешность приведенная к выходу ($\Delta U_{вых}$):

$$\Delta U_{вых} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \left[U_{см} + \left(\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} - R_c \right) I_{вх} + \left(\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_c \right) \frac{\Delta I_{вх}}{2} \right], \text{ если } R_s \approx 0$$

Частные случаи:

$$\begin{aligned} \Delta U_{вых, макс} &= \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) (U_{см} + R_c \Delta I_{вх}), \text{ если } R_c = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \\ &\approx \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \left(U_{см} + \left| \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} - R_c \right| I_{вх} \right), \text{ если } \Delta I_{вх} \ll I_{вх} \\ &\approx \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \left[U_{см} + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \left(I_{вх} + \frac{\Delta I_{вх}}{2} \right) \right], \text{ если } R_c = 0 \end{aligned}$$

Погрешность коэффициента передачи ($\Delta K_{пу}$):

$$\Delta K_{пу} \approx \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \frac{1}{K_{y,u}} + \frac{R_s R_2}{R_1 R_1}, \text{ при } R_s \ll R_1$$

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

Многие позиции в **ТАБЛИЦЕ** не заполнены. Одна из причин этого - то, что заводы-изготовители не нормируют эти параметры. Вы можете помочь нам восполнить эти пробелы проводя измерения самостоятельно. При последующих публикациях мы обязательно укажем автора проведенных исследований, а наиболее выдающиеся работы будут отмечены отдельно.

Присылая к нам результаты своих работ просьба указать следующие данные:

1. Ф.И.О, адрес, телефон
2. Тип испытанных ОУ и их количество
3. Дату изготовления ОУ и дату испытаний
4. Название завода-изготовителя ОУ или схематично изображенный товарный знак (на корпусе микросхемы)
5. Подробное описание схем измерения. Перечень измерительных приборов

НАМ БУДЕТ ПРИЯТНО ВАШЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

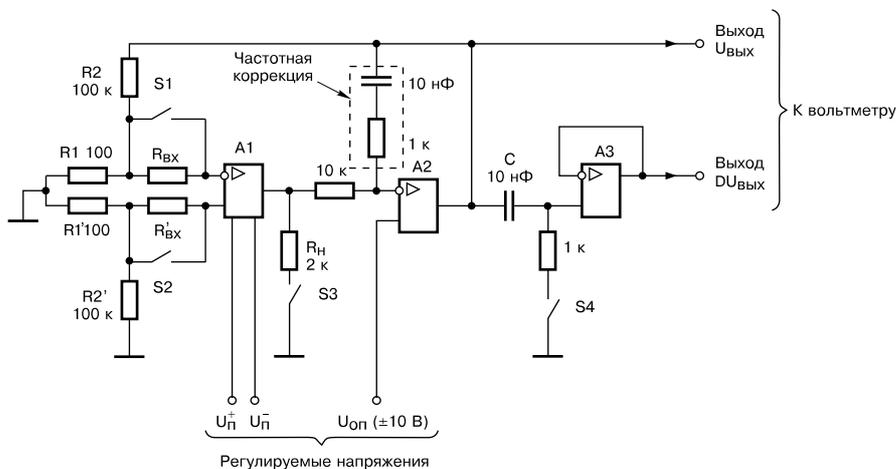
Приведенные ниже схемы измерения параметров ОУ построены на основе ГОСТов 23089-83 и 23089-86.

ИЗМЕРЕНИЕ СТАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Схема для измерения напряжения смещения $U_{см}$, входных токов ($I_{вх1}$ и $I_{вх2}$), среднего входного тока ($I_{вх}$), разности входных токов ($\Delta I_{вх}$), коэффициента усиления ОУ не охваченно- обратной связью ($K_{y,u}$), коэффициента ослабления синфаз-

ных входных напряжений ($K_{ос.сф}$), коэффициента влияния нестабильности источников питания ($K_{вл.ип}$) приведена на рис.9.

Рис. 9. Схема измерения статических параметров ОУ



A1 – испытуемый ОУ

A2 – вспомогательный ОУ (например 140УД7)

A3 – ОУ с входом на ПТ (усилитель приращений)

$U_{оп}$ – опорное напряжение

$R_{вх} = R'_{вх} = 10 \text{ кОм}$ для ОУ с входом на биполярных транзисторах и 100 МОм - с входом на полевых транзисторах (Разброс $R_{вх}$ относительно $R'_{вх}$ не должен превышать $\pm 0,01\%$)

C – замыкающий конденсатор

Питание A2 и A3 $\pm 15\text{В}$.

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

ТАБЛИЦА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАЦИЙ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СТАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Условия: $K = R_2/R_1 + 1 = 1000$

$R_1 \parallel R_2$ – имеет малое значение

“1” – ключ замкнут

Часть измерений проводится в два этапа

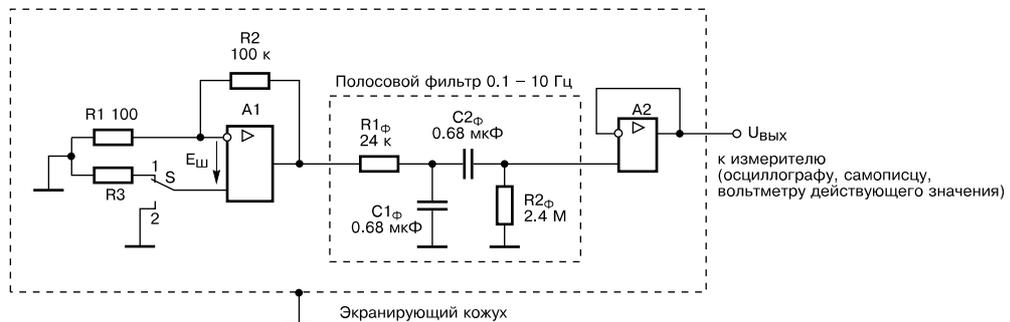
“0” – ключ разомкнут

ИЗМЕРЯЕМЫЙ ПАРАМЕТР	ЭТАП	S1	S2	S3	S4	U _п ⁺ , В	U _п ⁻ , В	U _{оп} , В	Соотношение для измеряемого параметра
U _{см}	1	1	1	0	1	15	15	0	$U_{см} = -U_{вых}/K$
I _{вх1}	1	1	1	0	1	15	15	0	$I_{вх1} = -\Delta U_{вых}/(KR_{вх})$
	2	1	0	0	0	15	15	0	
I _{вх2}	1	1	1	0	1	15	15	0	$I_{вх2} = \Delta U_{вых}/(KR_{вх})$
	2	0	1	0	0	15	15	0	
I _{вх}	1	1	0	0	1	15	15	0	$I_{вх} = \Delta U_{вых}/(2KR_{вх})$
	2	0	1	0	0	15	15	0	
ΔI _{вх}	1	1	1	0	1	15	15	0	$\Delta I_{вх} = -\Delta U_{вых}/(KR_{вх})$
	2	0	0	0	0	15	15	0	
K _{у,у}	1	1	1	0	1	15	15	-10	$K_{у,у} = K(20 \text{ В}/\Delta U_{вых})$
	2	1	1	0	0	15	15	+10	
K _{ос.сф}	1	1	1	0	1	25	5	+10	$K_{ос.сф} = -K(20 \text{ В}/\Delta U_{вых})$
	2	1	1	0	0	5	25	-10	
K _{вл.ип}	1	1	1	0	1	5	5	0	$K_{вл.ип} = -\Delta U_{вых}/(K \cdot 17 \text{ В})$
	2	1	1	0	0	22	22	0	

ИЗМЕРЕНИЕ ШУМОВЫХ ПАРАМЕТРОВ

При положении переключателя S в положении “1” U_{вых} обусловлено в основном шумом входного тока A1 и тепловым шумом R3, в положении 2 – э.д.с. шума A1 и тепловым шумом резистора R1.

Рис. 10. Упрощенная схема измерения низкочастотных шумов в полосе частот 0,1–10 Гц



A1 – испытуемый ОУ

A2 – вспомогательный ОУ с ПТ-входом

$U_{вых} = (R_2/R_1 + 1) E_{ш} \approx 1000 E_{ш}$ при $E_{ш} \gg I_{ш} (R_1 \parallel R_2)$

Требования:

1. Источники питания должны иметь пульсации, как минимум на порядок меньше, чем шум А1.
2. Схема должна быть экранирована от внешних наводок и случайных флуктуаций воздуха, которые могут вызывать появление термо - э.д.с., неотличимых от НЧ шумов.
3. Измеритель должен обеспечивать измерение действующего (среднеквадратического) значения напряжения с погрешностью, не более ±3%.
4. Рекомендуемое значение R3 составляет 100 кОм.
5. Резисторы R1-R3 не должны иметь токовых шумов (проволочные, металлофольговые резисторы), и их разброс относительно номинальных значений не должен превышать ±0,5%.
6. Конденсаторы C1_Ф и C2_Ф должны быть высококачественными, например, полистирольными.
7. Погрешность коэффициента передачи полосового фильтра должна быть не хуже ±2,5%.

Измерение шумовых параметров в диапазонах частот от 0,01 до 1 Гц; от 10 Гц до 10 кГц; от 20 Гц до 20 кГц достигается перестройкой полосового фильтра.

Замечание: ГОСТом оговорено, что затухание фильтра вне полосы пропускания с обеих сторон должно быть не менее 12 дБ/окт. (40 дБ/дек) при измерении шумов в высокочастотной области и 24 дБ/окт (80 дБ/дек) в полосе 0,01–1 Гц.

Для ориентировки: Для ОУ с БП- входом размах шума лежит в пределах от сотых долей до десятых долей мкВ, а для ОУ с ПТ- входом от единиц до десятков мкВ.

* Чисто практический совет - отношение действующего значения напряжения к размаху (двойная амплитуда) составляет приблизительно 1:5.

При измерении ВЧ шума рекомендуется подключаться к измерителю экранированным кабелем с заземленной оплеткой.

ИЗМЕРЕНИЕ ВХОДНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ (ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО)

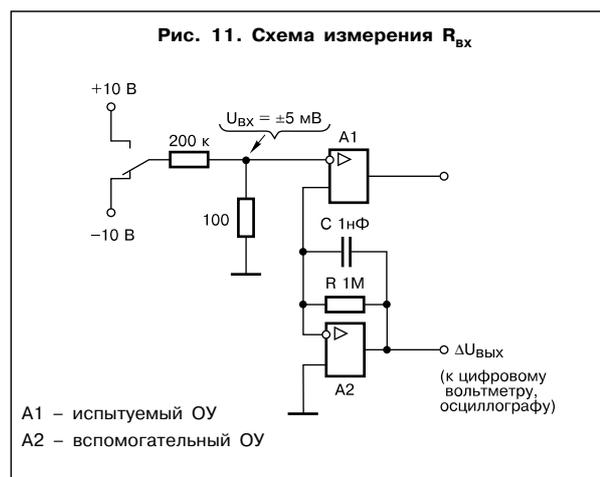
Схема измерения дифференциального входного сопротивления R_{ВХ} приведена на рис. 11.

Номинал резистора R равный 1 МОм рассчитан на ОУ с входом на биполярных транзисторах. Конденсатор С ограничивает полосу пропускания шумов.

Входное сопротивление рассчитывается по формуле :

$$R_{ВХ} = R(U_{ВХ}/\Delta U_{ВЫХ}), \text{ т.е. для данной схемы}$$

$$R_{ВХ} = 1 \text{ МОм}(10 \text{ мВ}/\Delta U_{ВЫХ}).$$



ИЗМЕРЕНИЕ ВЫХОДНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

Схема измерения выходного сопротивления R_{ВЫХ} с погрешностью ±10% приведена на рис. 12. Здесь используется тот факт, что подключение нагрузки R_Н вызывает уменьшение коэффициента усиления по постоянному току.

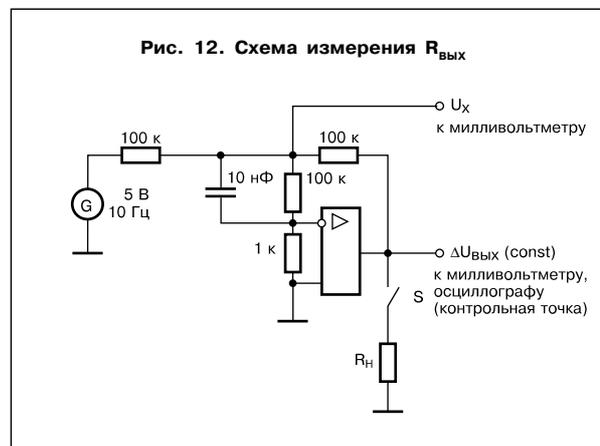
Чем меньше значение R_Н, тем выше точность определения R_{ВЫХ}.

R_Н рекомендуется выбирать исходя из паспортных данных на конкретный ОУ, или исходя из значения максимального тока нагрузки ОУ.

$$R_{ВЫХ} \approx R_{Н} \frac{U_{X1} - U_{X2}}{U_{X2}},$$

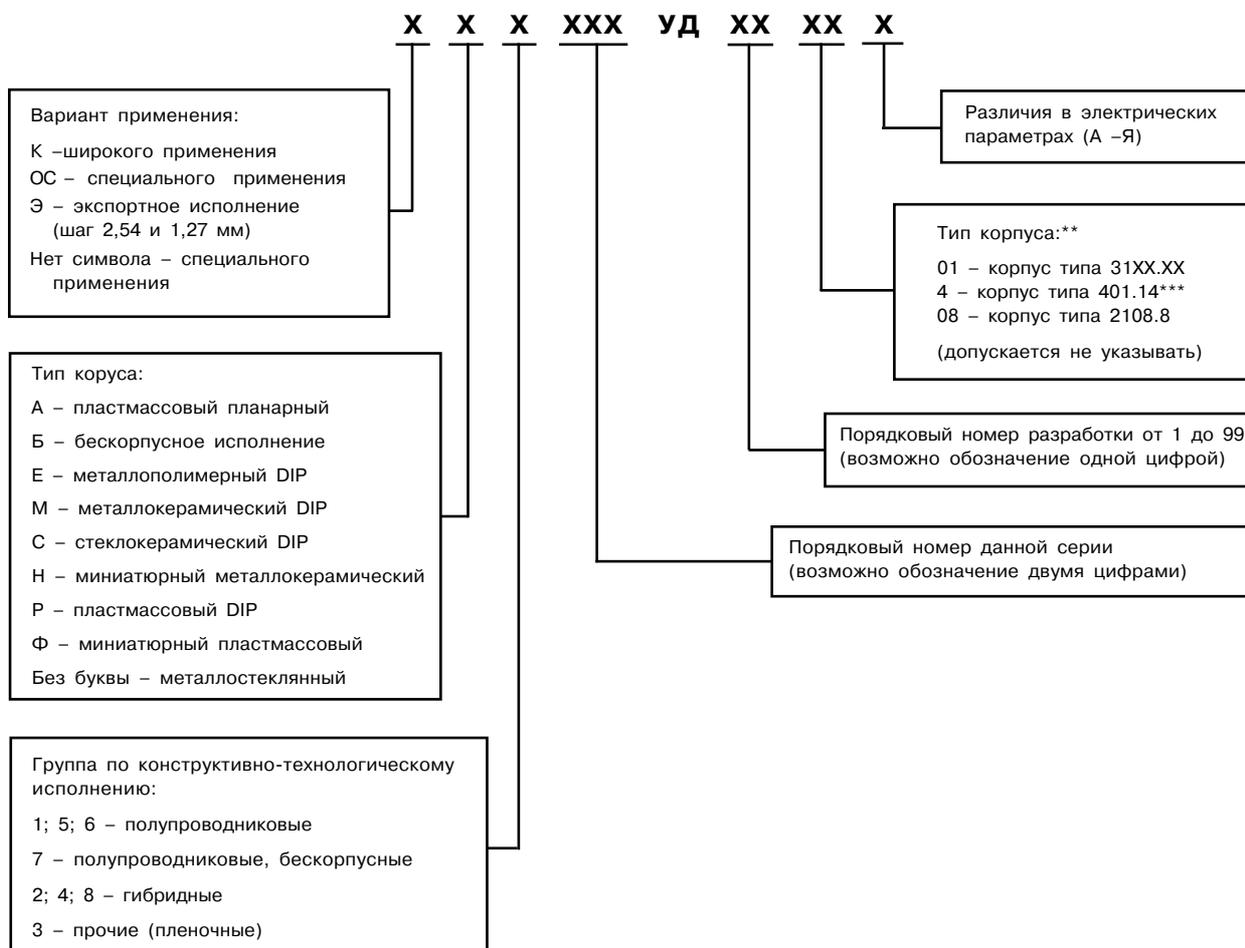
где U_{X1} – напряжение U_X при замкнутом ключе S (с нагрузкой);

U_{X2} – при разомкнутом ключе S (без нагрузки).



ОБОЗНАЧЕНИЕ МИКРОСХЕМ ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

Большинство заводов-изготовителей* на территории бывшего СССР применяют следующую кодировку своих изделий:



Например: 140УД21; 140УД25А; К140УД17А; Н140УД17А; КР140УД1208 и т.п.

Примечание:

* – в настоящее время ряд предприятий применяет свою систему обозначений, так на Украине выпускаются ИМС с маркировкой UA01.УД01, UAKP140УД24 и т.п.

** – опущена маркировка этой позиции для бескорпусных приборов

*** – для серии 1417

КЛАССИФИКАЦИЯ ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

Приведены параметры лучшего из семейства усилителей данной разработки без учета варианта применения и типа корпуса

БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЕ ШИРОКОПОЛОСНЫЕ ОПЕРАЦИОННЫЕ УСИЛИТЕЛИ

- скорость нарастания $V_{\text{Увых.макс}} \geq 30\text{В/мкс}$
- время установления $t_{\text{УСТ}} \leq 1 \text{ мкс}$
- частота единичного усиления $f_1 \geq 10 \text{ МГц}$

Используются для преобразования быстроменяющихся сигналов. Характеризуются высокой скоростью нарастания выходного сигнала, малым временем установления, высокой частотой единичного усиления. По остальным параметрам уступают, как правило, операционным усилителям общего применения. Время восстановления после перегрузки, к сожалению, не нормируется.

Таблица 1

Тип ОУ	$f_1(f_{\text{СРЗ}})$, МГц	$V_{\text{Увых.макс.}}$, В/мкс	$t_{\text{УСТ}}$, мкс	$I_{\text{Вых.макс.}}$, мА	$R_{\text{Н.мин.}}$, кОм	$I_{\text{пот.}}$, мА	$U_{\text{см.}}$, мВ	Стр.		Примечание
140УД5*	14	6		3	5	13	5	20	С	
140УД10	15	30	1		2	10	4	22	С	$t_{\text{УСТ}}$ до 0,1%
140УД11	15	30		8	2	8	5	22	С	
140УД23	10	30	0,5		2	7,5	5	24	F	$t_{\text{УСТ}}$ до 0,1%
140УД26*	20	11			2	4,7	0,03	24	I	
154УД2	15	+150/-75	5		2	6	2	26	J	$t_{\text{УСТ}}$ до 0,1%
154УД3	15	80	0,5	10	2	7	9	26	J	$t_{\text{УСТ}}$ до 0,1%
154УД4	30	500	0,6	10	2	6	5	28	A	$t_{\text{УСТ}}$ до 0,1%
544УД2*	15	20	25		2	6	10	28	D	$t_{\text{УСТ}}$ до 0,05%
574УД1	15	100		5	2	8	50	30	С	
574УД3*	10	50	2	6,7	2	8	5	30	E	$t_{\text{УСТ}}$ до 0,1%
1407УД1#	10т	25		5	2	8	3	32	E	$I_{\text{УПР}} = 0,9 \text{ мА}$
1416УД1#***	20	7		2,5		2	5	32	J	4 усилителя
1419УД1**	10	30			5	12	7,5	34	B	
1420УД1	(110)***	280	0,065	5	10	25	5	34	B	$t_{\text{УСТ}}$ до 0,1%
1433УД1	(120)	200	0,07			20	2	34	D	$t_{\text{УСТ}}$ до 0,1%

- не удовлетворяет одному из вышеперечисленных требований ($V_{\text{Увых.макс.}}$, $t_{\text{УСТ}}$, f_1)

т - типовое значение

** - спецстойкий

*** - с использованием внешней частотной коррекции

ПРЕЦИЗИОННЫЕ (ВЫСОКОТОЧНЫЕ) ОПЕРАЦИОННЫЕ УСИЛИТЕЛИ

- напряжение смещения $U_{\text{см}} \leq 250 \text{ мкВ}$
- температурный дрейф $\Delta U_{\text{см}}/\Delta T \leq 5 \text{ мкВ/}^\circ\text{C}$
- коэффициент усиления $K_{y,u} \geq 150 \text{ тыс.}$

Используются для усиления малых электрических сигналов, сопровождаемых высоким уровнем помех. Характеризуются малым значением напряжения смещения и его температурным дрейфом, большими коэффициентами усиления и подавления синфазного сигнала, большим входным сопротивлением и низким уровнем шумов. Как правило, имеют невысокое быстродействие.

Таблица 2

Тип ОУ	$U_{\text{см.}}$, мкВ	$\Delta U_{\text{см.}}/\Delta T$, мкВ/°C	$K_{y,u}$, тыс.	$I_{\text{вх.}}$, нА	$f_1(f_{\text{СРЗ}})$, МГц	$V_{\text{Увых.макс.}}$, В/мкс	Стр.	
140УД13#	50	0,5	0,01	0,5	(0,006)		22	E
140УД17	25	0,6	300	2	(0,25)	0,1	24	B
140УД21	60	0,6	1000	1	1	1,5	24	E
140УД24	5	0,05	1000	0,01	1	2,5	24	G
140УД25	30	0,6	1000	40	3	1,7	24	H
140УД26	30	0,6	1000	40	20	11	24	I

- не удовлетворяет по параметру $K_{y,u}$; предназначен для построения усилителей постоянного тока по схеме модулятор-демодулятор (МДМ)

ОПЕРАЦИОННЫЕ УСИЛИТЕЛИ ОБЩЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

Используются для построения узлов аппаратуры, имеющих суммарную приведенную погрешность на уровне 1%. Характеризуются относительно малой стоимостью и средним уровнем параметров (напряжение смещения $U_{см}$ — единицы мВ; темпе-

ратурный дрейф $\Delta U_{см}/\Delta T$ — десятки мкВ/°С; коэффициент усиления $K_{у,и}$ — десятки тысяч; скорость нарастания $V_{Увых. макс}$ — от десятых долей до единиц В/мкс).

ТАБЛИЦА 3

Тип ОУ	$U_{см}$, мВ	$\Delta U_{см}/\Delta T$, мкВ/°С	$K_{у,и}$, тыс	$I_{вх}$, нА	$f_1(f_{срз})$, МГц	$V_{Увых. макс}$, В/мкс	Стр.		Примечание
140УД1	7	60	8	9000	8	0,4	20	A	
140УД2	5	20	35	700	1	0,2	20	B	
140УД6	5	20	70	30	(1)	2,5	20	D	
140УД7	4	50	50	200	(0,8)	0,3	20	E	
140УД8	6	50	50	1	(1)	10	22	A	
140УД9	5	20	35	350	1	0,5	22	B	
140УД16	6	300	50	500		0,3	24	A	
140УД18	10	10т	50	1	(1)	2	24	C	
140УД22	10	20	50	0,2	(5т)	7,5	24	E	
153УД1	5	20	20	600	1	0,06	26	D	
153УД2	5	20	50	500	1	0,5	26	E	
153УД3	2	10	25	200	1	0,2	26	F	
153УД5	1	5	1000	100	0,3	0,005	26	G	
153УД6	2	15	50	75	0,7	0,5	26	H	
157УД4	5	50	50	300	(1)	0,5	28	B	
157УД5	3	50	70	500	3	2	28	B	
157УД6	3	50	50	500	(1)	0,5	28	B	
551УД1	1,5	5	500	100	0,8	0,2	28	F	
553УД1	2	20	25	200	1	0,2	30	A	
553УД2	7,5	20	20	1500	1	0,5	30	B	
553УД6*	2	15	50	75	0,7	0,5	30	B	
574УД4	10		50	0,2	(1)	5	30	F	
1401УД6	5		25	250	(1т)		32	D	ОУ + компаратор
1417УД6	5	20	70	0,5	1	2,5	34	A	спецстойкий
1417УД29	5	20	70	0,5	1	2,5	34	A	спецстойкий

т - типовое значение

* - ориентировочные данные

ОПЕРАЦИОННЫЕ УСИЛИТЕЛИ С МАЛЫМ ВХОДНЫМ ТОКОМ

- входной ток $I_{вх} \leq 100$ пА

Усилители с входным каскадом, построенным на полевых или МОП транзисторах.

ТАБЛИЦА 4

Тип ОУ	$I_{вх}$, пА	$U_{см}$, мВ	$\Delta U_{см}/\Delta T$, мкВ/°С	$K_{у,у}$, тыс.	$f_1(f_{срз})$, МГц	$V_{U_{вых.макс}}$, В/мкс	Стр.		Примечание
140УД24	10	0,005	0,05	1000	1	2,5	24	G	
140УД281	100	5		25	0,6	0,6	26	C	
140УД282	100	5		25			26	C	2 усилителя
140УД284	100	10		25			26	C	4 усилителя
544УД1	50	5	20	200	(1)	5	28	C	
544УД2	100	10	30	20	15	20	28	D	
544УД3	50	2	15	200	(1)	5	28	E	
544УД4	100	30	50	50	(1)	3	28	E	2 усилителя
544УД5	50	30	50	100	(0,8/1)*	1/2*	28	E	
1409УД1	10	15	100	8	(4,5)	1	32	I	
1423УД1	50	15		10	(0,48)	0,16	34	C	
1423УД2	40	2	25	20	(0,48)		34	C	2 усилителя

* – для питания ± 6 В и ± 15 В соответственно

МОЩНЫЕ И ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ОПЕРАЦИОННЫЕ УСИЛИТЕЛИ

- выходной ток $I_{вых} \geq 100$ мА

Усилители с выходными каскадами, построенными на мощных и/или высоковольтных элементах.

- выходное напряжение $U_{вых} \geq 15$ В

ТАБЛИЦА 5

Тип ОУ	$I_{вых}$, А	$\pm U_{вых}$, В	$\pm U_{п}$, В	$K_{у,у}$, тыс.	$f_1(f_{срз})$, МГц	$U_{см}$, мВ	Стр.		Примечание
157УД1	0,4 кз	12	15	50	(0,5)	5	28	B	
1040УД1	0,015	+27	+30**	25	(1т)	7	30	H	2 усилителя
1040УД2	0,5	+(1-22,5)	+24	1	(0,25т)	50	30	H	2 усилителя
1408УД1		21	27	100	0,8	5,5	32	H	
1422УД1	1	10	15	50	1	5	34	B	

т – типовое значение

кз – короткое замыкание на землю

** – диапазон напряжений питания от +5 до +33 В

МНОГОКАНАЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИОННЫЕ УСИЛИТЕЛИ

Имеют параметры, аналогичные усилителям общего применения или микромощным усилителям с добавлением такого параметра, как коэффициент разделения каналов. Служат для

улучшения массогабаритных показателей и снижения энергопотребления аппаратуры.

ТАБЛИЦА 6

Тип ОУ	U_{CM} , мВ	$\Delta U_{CM}/\Delta T$, мкВ/°С	$K_{y,u}$, тыс.	$I_{вх}$, нА	$f_1(f_{CP3})$, МГц	$V_{U_{вых. макс}}$, В/мкс	Стр.		Примечание
140УД20	3	20	50	80	(0,5)	0,3	24	D	2 усилителя
140УД282	5		25	0,1			26	C	2 усилителя
140УД284	10		25	0,1			26	C	4 усилителя
157УД2	10	50	50	500	(1)	0,5	28	B	2 усилителя
157УД3	5	50	50	500	(1)	0,5	28	B	2 усилителя
157УД7	3	50	50	500	(1)	0,5	28	B	2 усилителя
157УД8	3	50	70	500	3	2	28	B	2 усилителя
544УД4	30	50	50	0,1	(1)	3	28	E	2 усилителя
544УД6	3	15	100	0,15	(1)	3	28	E	2 усилителя
551УД2	5	20	5	2000	1	0,25	28	G	2 усилителя
574УД2	15	75	25	0,3	3	25	30	D	2 усилителя
1005УД1	6	30т	30	300	(0,5)	0,3	30	G	2 усилителя
1032УД1	5		25	50	1		30	G	2 ОУ+ 2 компаратора
1040УД1	7	30т	25	250	(1т)		30	H	2 усилителя
1040УД2	50		1	2500	(0,25т)	0,1т	30	H	2 усилителя $I_{вых} = 0,5 \text{ A};$ $R_H \geq 45 \text{ Ом}$
1053УД1	6		25	500			30	I	2 усилителя
1053УД2	7		25	250	(2т)		30	I	2 усилителя
1053УД3	7	10	2,5	250			30	I	4 усилителя
1401УД1*	-	-	2	150	(2,5)	0,5	32	A	4 усилителя
1401УД2	5	30	50	150	(1)	0,5	32	B	4 усилителя
1401УД3	6	2,5т	50	250		0,25	32	C	4 усилителя
1401УД4	7,5	10т	30	1	(2,5)	10	32	C	4 усилителя
1407УД4	5		5	4000	(1)	1	32	G	4 усилителя
1408УД2	5		50	200	(0,55)	0,3	32	H	2 усилителя
1416УД1**	5	20	10	5000	20	7	32	J	4 усилителя
1417УД20**	5		50	2			34	A	2 усилителя
1423УД2	2	25	20	0,04	(0,48)		34	C	2 усилителя
1426УД1	3		60	2000	3	5	34	D	2 усилителя
1434УД1	3	30	20	200	1	0,5	34	E	2 усилителя
1435УД1*	-	-	3	50	2,5	1	34	F	4 усилителя
1435УД2	5		50	100	0,8	0,7	34	F	4 усилителя
1435УД3	5		100	50			34	F	4 усилителя
1435УД4	7,5		30	0,2	2,5	10	34	F	4 усилителя
LM324							34	G	4 усилителя

* – 4 токоразностных усилителя (входной каскад выполнен по схеме Нортон)

** – спецстойкие

т – типовое значение

МИКРОМОЩНЫЕ ОПЕРАЦИОННЫЕ УСИЛИТЕЛИ

- ток потребления $I_{\text{ПОТ.макс}} \leq 1 \text{ мА}$

Необходимы в случаях, когда потребляемая мощность жестко лимитирована (переносные приборы с автономным питанием, приборы, работающие в ждущем режиме).

ТАБЛИЦА 7

Тип ОУ	$I_{\text{ПОТ}}$, мА	$\pm U_{\text{П.НОМ}}$, В	$\pm U_{\text{ВЫХ}}$, В	$U_{\text{СМ}}$, мВ	$K_{u,U}$, тыс.	$V_{U_{\text{ВЫХ.макс}}}$, В/мкс	Стр.		Примечание
140УД12#	0,02	3/15	2/10***	5	50	0,01	22	D	
140УД14	0,6	5/15	3/13***	2	20/50***	0,05	22	F	
140УД33	0,3	0,6/15****	0,3/13,5***	4	1/25***		26	A	встроенный ИОН
140УД66	0,5	+12	$+(U_{\text{П}}-0,3 \text{ В})$		50		26	B	однополярный
140УД281	0,2	15	12,5	5	25	0,6	26	C	
140УД282	0,4	15	12,5	5	25		26	C	2 усилителя
140УД284	0,8	15	12,5	10	25		26	C	4 усилителя
153УД4	0,7	6	4	5	5	0,12	26	F	
154УД1	0,12	15	11	3	150	10	26	I	
544УД5	0,45/0,8***	6 /15	3/10***	30	100	1/2***	28	E	
1032УД1##	1,2	1,2	0,7	5	25		30	G	2 усилителя + 2 компаратора
1053УД2##	2	+5	+3	7	25		30	I	2 усилителя
1053УД3##	3	+5	+3	7	2,5		30	I	4 усилителя
1407УД2###	0,1	12	10	5	50	0,5	32	F	
1407УД3	0,8*	6	3	5	10	5	32	G	
1407УД4	0,7**	1,5	0,65	5	3	1	32	G	4 усилителя
1435УД3	1,5**	15	12	5	100		34	F	4 усилителя
01УД01		+1,6					34	G	

- при токе управления 1,5 мкА

- значение тока потребления приведено для всей микросхемы

- при токе управления 4 мкА

* - типовое значение при токе управления 60 мкА (диапазон управления от 10 до 150 мкА)

** - типовое значение при токе управления 20 мкА (диапазон тока управления от 5 до 100 мкА); для всей микросхемы

*** - для двух значений $U_{\text{П.НОМ}}$ соответственно

**** - возможна работа от однополярного источника +1,2 В

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

Практически все параметры приведены для +25°С, и указаны в ТАБЛИЦЕ $I_{упр}$; $\pm U_{п,ном}$ и R_H .

В качестве аналога указан **основной схемотехнический прототип**, как правило, безотносительно к диапазону рабочих температур, вариациям электрических параметров, конструктивному исполнению.

Прибор	Входной каскад	$I_{упр}$, мкА	$K_{у,уп}$, тыс.	$U_{СМ}$, мВ	$\frac{\Delta U_{СМ}}{\Delta T}$, мкВ/°С	$I_{вх}$, нА	$\Delta I_{вх}$, нА	$\frac{\Delta I_{вх}}{\Delta T}$, нА/°С	$\pm U_{п,ном}$, В±%	$K_{вЛ.ип}$, мкВ/В, дБ*	Диапазон $\pm U_{п}$, В	$I_{пот}$, мА	$R_{вх}$, МОм	$\pm U_{вх.сф}$ max, В	$K_{ос.сф}$, дБ	$\pm U_{вх.диф}$ max, В	$\pm U_{вх.мак}$, В	$R_{вх}$, Ом	$I_{вх.мак}$, мА
140УД1А	—	0.6	7.5	20	6000	1700	30	6.3	1500	—	—	4.2	3	60	1.5	+2.9/~2.4	700	—	—
140УД1Б	—	1.6	7.5	20	9000	1700	30	12.6	—	—	—	8	0.04	6	60	1.5	+6.7/~5.0	700	2.5
140УД101А	—	0.6	7.5	—	6000	1700	—	6.3	—	—	—	—	—	—	—	+2.9/~2.4	—	—	—
140УД101Б	—	1.6	7.5	—	9000	1700	—	12.6	—	—	—	—	—	—	—	+6.7/~5.0	—	—	—
К140УД1А	—	0.5	7	30	7000	2500	50	6.3	2000	3~7	4.2	0.04	3	60	1.2	2.8	700	—	—
К140УД1Б	—	2	7	60	9000	2500	50	12.6	—	7~13	8	0.02	6	60	1.2	+6.0/~5.7	700	2.5	—
К140УД1В	—	8	7	60	9000	2500	50	12.6	—	7~13	8	0.02	6	60	1.2	+6.0/~5.7	700	2.5	А
К140УД101А	—	0.5	7	—	7000	2500	—	6.3	—	—	—	—	—	—	—	2.8	—	—	—
К140УД101Б	—	2	7	—	9000	2500	—	12.6	—	—	—	—	—	—	—	+6.0/~5.7	—	—	—
К140УД101В	—	8	7	—	9000	2500	—	12.6	—	—	—	—	—	—	—	+6.0/~5.7	—	—	—
КР140УД1А	—	0.5	7	—	7000	2500	—	6.3	—	...7	—	0.05	—	—	—	+3.0/~2.8	—	2.5	—
КР140УД1Б	—	1.35	7	—	9000	2500	—	12.6	—	...14	—	0.03	—	—	—	+6.0/~5.7	—	2.5	—
КР140УД1В	—	8	7	—	9000	2500	—	12.6	—	...14	—	0.03	—	—	—	+6.0/~5.7	—	2.5	—
140УД2	—	35	5	20	700	200	—	12.6	70*	9-18	8	0.3	5	70	—	10	100	—	—
К140УД2А	—	35	5	30	700	200	—	12.6	300	9-18	8	0.3	6	60	4	10	100	—	—
К140УД2Б	—	7	30	—	700	200	—	6.3	300	—	5	0.3	3	60	—	3	100	—	—
К140УД201А	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
К140УД201Б	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
140УД5А	—	1.5	8	45	1100	300	2.5	12	100	6-13	13	0.06	6	50	3	+6.0/~4.0	700	3	—
140УД5А	—	0.75	7	—	800	200	—	6	—	—	6	—	—	—	—	+2.5/~2.0	—	—	—
140УД5Б	—	2.5	5	6	6000	1800	6	12	150	6-13	13	0.004	6	60	3	+6.4/~4.0	700	3	—
140УД5Б	—	1.3	5	—	3600	1500	—	6	—	—	6	—	—	—	—	2.5	—	—	—
140УД501А	—	1.5	8	45	1000	300	2.5	12	—	5.4-13	13	—	—	—	—	4	—	5	—
140УД501Б	—	2.5	5	6	6000	1800	6	12	—	5.4-13	13	—	—	—	—	4	—	5	—
К140УД5А	—	0.5	10	50	5000	1000	5	12	150	6-13	12	0.05	6	50	3	+6.5/~4.5	1000	3	—
К140УД5Б	—	1	5	10	10000	5000	10	12	100	6-13	12	0.003	6	60	3	+6.5/~4.5	1000	3	—
К140УД501А	—	0.5	10	—	5000	1000	—	12	—	—	12	—	—	—	—	+6.5/~4.5	—	—	—
К140УД501А	—	0.75	7	—	800	200	—	6	—	—	6	—	—	—	—	+2.5/~2.0	—	—	—
К140УД501Б	—	1	5	—	10000	5000	—	12	—	—	12	—	—	—	—	+6.5/~4.5	—	—	—
К140УД501Б	—	1.3	5	—	3600	1500	—	6	—	—	6	—	—	—	—	2.5	—	—	—
КР140УД5А	—	0.5	10	—	5000	1000	—	12	—	—	12	0.05	—	—	—	+6.5/~4.5	—	—	—
КР140УД5Б	—	1	5	—	10000	5000	—	12	—	—	12	0.007	—	—	—	+6.5/~4.5	—	—	—
140УД6А	—	70	5	20	30	10	0.1	15	200	5-17	2.8	2	11	80	2Uп	12	150	—	—
140УД6Б	—	50	8	135	50	15	0.5	15	200	5-17	2.8	1	11	70	2Uп	12	150	—	—
140УД601А	—	70	5	20	30	10	0.1	15	200	5-17	2.8	—	15	80	2Uп	12	—	—	—
140УД601Б	—	50	8	135	50	15	0.5	15	200	5-17	2.8	—	15	70	2Uп	12	—	—	—
К140УД6	—	70	10	650	30	10	1.5	15	200	5-17	4	1	10	70	20	11	150	—	—
К140УД601	—	70	10	650	30	10	1.5	15	200	5-17	4	1	15	70	20	11	—	—	—
КР140УД6	—	70	10	650	30	10	1.5	15	200	5-17	4	1	15	70	20	11	—	—	—
КР140УД608	—	70	10	650	30	10	1.5	15	200	5-17	4	1	15	70	20	11	—	—	—
140УД7А	—	45	4.5	50	220	55	0.4	15	150	5-20	2.8	0.4	12	70	2Uп	10	150	20 кз	—
140УД7Б	—	45	10	50	550	200	1	15	150	5-20	3.5	0.4	12	70	2Uп	10	150	20 кз	—
140УД701	—	50	4	50	200	50	1	15	150	5-17	2.8	0.4	10	70	2Uп	11.5	—	—	—
Н140УД7	—	30	4	50	200	50	1	15	150	5-17	2.8	0.4	10	70	2Uп	11.5	—	—	—
К140УД7	—	30	9	300	400	200	5	15	150	5-20	3.5	0.4	7	70	24	10.5	200	20 кз	—
К140УД701	—	30	6	300	400	200	5	15	150	5-17	3.5	0.4	7	70	24	10.5	—	—	—
КР140УД7	—	30	6	300	400	200	5	15	150	5-17	3.5	0.4	7	70	24	10.5	—	—	—
КР140УД708	—	30	6	300	400	200	5	15	150	5-17	3.5	0.4	7	70	24	10.5	—	—	—
КФ140УД7	—	25	6	300	200	50	5	15	150	5-17	2.8	0.4Т	10	70	2Uп	11.5	—	—	—

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОУ

140УД1 – 140УД7

R_H min	C_H max	f_1^*	$V_{увх.мак}$	$e_{п. R_f=0}$	$f_{0\phi}$	$U_{ш.вх}$	$t_{уст}$	Диапазон $I_{упр}$, мкА	Кол. в корп.	Коэф. разд. канал, дБ	Тип корпуса	Диап. раб. темп., -/+°С	Технические условия	Заводы изготовители	Прототип (Аналог)
5		3	0.2					—	1	—	301.12-1	60/125	БКО.347.004ТУ	Ⓢ	μА702
5		8	0.8					—	1	—	301.12-1	60/125	БКО.347.004ТУ	Ⓢ	μА702
								—	1	—	3103.12-2	60/125		Ⓢ	μА702
								—	1	—	3103.12-2	60/125		Ⓢ	μА702
5		3	0.2	9Т	1Т	1.5		—	1	—	301.12-1	45/85	БКО.348.095-01ТУ	Ⓢ	μА702
5		8	0.4			1.5		—	1	—	301.12-1	45/85	БКО.348.095-01ТУ	Ⓢ	μА702
5		8	0.4			0.5		—	1	—	301.12-1	45/85	БКО.348.095-01ТУ	Ⓢ	μА702
								—	1	—	3103.12-2	60/125		Ⓢ	μА702
								—	1	—	3103.12-2	60/125		Ⓢ	μА702
								—	1	—	3103.12-2	60/125		Ⓢ	μА702
						1.5		—	1	—	201.14-1	45/70	БКО.348.454 ТУ	Ⓢ	μА702
						1.5		—	1	—	201.14-1	45/70	БКО.348.454 ТУ	Ⓢ	μА702
						1.5		—	1	—	201.14-1	45/70	БКО.348.454 ТУ	Ⓢ	μА702
1		1	0.2					—	1	—	301.12-1			Ⓢ	
1		1	0.2				1.9	—	1	—	301.12-1			Ⓢ	
1		1	0.2				1.9	—	1	—	301.12-1			Ⓢ	
								—	1	—	—			Ⓢ	
								—	1	—	—			Ⓢ	
								—	1	—	—			Ⓢ	
5		8	3					—	1	—	301.12-1	60/125	БКО.347.004 ТУ3	Ⓢ	СА3015
5		14	6					—	1	—	301.12-1	60/125	БКО.347.004 ТУ3	Ⓢ	СА3015
								—	1	—	3103.12-2	60/125	БКО.347.004 ТУ3	Ⓢ	СА3015
								—	1	—	3103.12-2	60/125	БКО.347.004 ТУ3	Ⓢ	СА3015
5		8	3					—	1	—	301.12-1	45/85	БКО.348.239 ТУ	Ⓢ	СА3015
5		14	6					—	1	—	301.12-1	45/85	БКО.348.239 ТУ	Ⓢ	СА3015
								—	1	—	3103.12-2	45/85	БКО.348.239 ТУ	Ⓢ	СА3015
								—	1	—	3103.12-2	45/85	БКО.348.239 ТУ	Ⓢ	СА3015
								—	1	—	201.14-1	45/85	БКО.348.239 ТУ	Ⓢ	СА3015
								—	1	—	201.14-1	45/85	БКО.348.239 ТУ	Ⓢ	

Прибор	Входной каскад	I _{упр.} , мкА	K _{y,у.} , тыс.	U _{см1.} , мВ	$\frac{\Delta U_{\text{см1}}}{\Delta T}$, мкВ/°С	I _{вх.} , нА	$\Delta I_{\text{вх}}$, нА	$\frac{\Delta I_{\text{вх}}}{\Delta T}$, нА/°С	±U _{пл.ном.} , В±%	K _{вл.ип.} , мкВ/В, дБ*	Диапазон ±U _{пл.} , В	I _{пот.} , мА	R _{вх.} , МОм	±U _{вх.сф.макс.} , В	K _{ос.сф.} , дБ	±U _{вх.диф.макс.} , В	±U _{вых.макс.} , В	R _{вых.} , Ом	I _{вых.макс.} , мА
140УД8А	ПТ	-	50	20	50	0.2	0.15		15	80*	5-18	5	20	5	64	10	10	200	
140УД8Б	ПТ	-	50	100	100	0.2	0.15		15		5-18	5	20	5	64	10	10	200	
К140УД8А	ПТ	-	40	50	50	0.2	0.15		15	200	5-18	8	1000т	5	70	10	10	200	
К140УД8Б	ПТ	-	15	100	100	1	0.5		15	200	5-18	8	1000т	5	70	10	10	200	
К140УД8В	ПТ	-	9	100	100	1.2	0.2		15	300	5-18	8	1000т	5	60	10	10	200	
КР140УД8А	ПТ	-	50	100		0.2	0.15		15	200	6-16.5	5	1000т	5	64	10	12		
КР140УД8Б	ПТ	-	20	100		0.2	0.15		15	200	6-16.5	5	1000т	5	64	10	12		
КР140УД8В	ПТ	-	20	100		0.2	0.15		15	200	6-16.5	5	1000т	5	64	10	12		
КР140УД8Г	ПТ	-	50	6.0		1	0.5		15		6-16.5	10	1000т	5	75	10	10		
140УД9	-	-	35	5	20	350	100	3	12.6	300	5-18	8	0.3	3.5	80	4	10	150	10
140УД901	-	-	35	5	20	350	100	3	12.6	300	5-18	8		3.5	80		10		10
К140УД9	-	-	25	5	20	350	100	3	12.6	300	5-15	8	0.3	6	80		10		13/22кз
К140УД901	-	-	25	5	20	350	100	3	12.6		5-15	8		6			10		13
КР140УД9	-	-	35	5	20	350	100	3	12.6		5-15	8	0.3	6			10		13
140УД10	-	-	50	4	20	500	150	2	15	70*	5-18	10	0.4	6	70	4	12	150	
140УД11	-	-	25	5	50	500	200		Un±20	70*	5-18	8	0.4	6	70	10	12	50	8
К140УД11	-	-	25	10	50	500	300		Un±20	65*	5-18	10	0.4	15	70	10	12	150	8
КР140УД11	-	-	25	10		500	300		Un±20	65*	5-18	10	0.4		70		12		8
КР140УД1101	-	-	25	10		500	300		Un±20	65*	5-18	10	0.4		70		12		8
140УД12	1.5	50	5	3т	7.5	3			3	150	3-18	0.02	50	1.2	70	2Uп	2	5000	2
140УД1201	1.5	50	5	3т	7.5	3			3	150	3-18	0.02	50	1.2	70	2Uп	2	5000	2
К140УД12	1.5	25	6		10	6			3	200	3-18	0.02	30	1	70	2Uп	2	5000т	3
К140УД1201	1.5	25	6		10	6			3	200	3-18	0.02	30	1	70	2Uп	2		
КР140УД12	1.5	25	6	9т	10	6	0.0015т		3	200	3-18	0.02	35	1	70	2Uп	2	15000	1
КР140УД1208	1.5	25	6		10	6			3	200	3-18	0.02	30	1	70	2Uп	2.1		
КФ140УД12	1.5	25	6		10	6			3	200	3-18	0.02	30	1	70	2Uп	2.1		
140УД12	15	100	5	60	50	15	0.4		15	150	3-18	0.18	5	12	70	2Uп	10	1000	10 кз
140УД1201	15	100	5	60	50	15	0.4		15	150	3-18	0.18	5	12	70	2Uп	10	1000	10 кз
К140УД12	15	50	6		50	25			15	200	3-18	0.19	5	10	70	2Uп	10	1000т	12 кз
К140УД1201	15	50	6		50	25			15	200	3-18	0.19	5	10	70	2Uп	10		
КР140УД12	15	50	6	4т	50	25	0.005т		15	200	3-18	0.19	5	10	70	2Uп	10	2000	10 кз
КР140УД1208	15	50	6		50	25			15	200	3-18	0.19	5	10	70	2Uп	10		
КФ140УД12	15	50	6		50	25			15	200	3-18	0.19	5	10	70	2Uп	10		
140УД13	МДП	-	0.01	0.05	0.5	0.5	0.2	0.0085	15	10	12-18	2	50	10	90	10	1	10000	
140УД1301	МДП	-	0.01	0.05	0.5	0.5	0.2	0.0085	15	10	12-18	2	50	10	90	10	1	10000	
К140УД13	МДП	-	0.01	0.05	0.2	3	0.3		15	10	12-18	2	50	10	90		1	10000	
К140УД1301	МДП	-	0.01	0.05	0.2	3	0.3		15	10	12-18	2	50	10	90		1	10000	
140УД14А	-	-	50	2	15	2	0.2	0.0025	15	100	5-18	0.6	30	13.5	85	10	13	300	2
140УД14Б	-	-	50	2	20	2	0.2	0.0025	15	100	5-18	0.6	30	13.5	85	10	12	300	2
140УД14В	-	-	20	2	30	2	0.2	0.0025	15	100	5-18	0.6	30	13.5	85	10	12	300	2
140УД1401	-	-	50	2	15	2	0.2	0.0025	15	100	5-18	0.6	70т	13.5	85		13		1.8
К140УД14А	-	-	50	2	15	2	0.2	0.0025	15	100	4.5-16.5	0.6	30	13.5	85	13	11		20 кз
К140УД14Б	-	-	25	7.5	30	7	1	0.01	15	100	4.5-16.5	0.8	10	+13.5/-13	80	13	11		20 кз
К140УД1401А	-	-	50	2	15	2	0.2	0.0025	15	100	4.5-16.5	0.6	70т	13.5	85		13		1.8
К140УД1401Б	-	-	25	7.5	30	7	1	0.01	15	100	4.5-16.5	0.8	10	+13.5/-13	80		13		1.8
КР140УД14А	-	-	50	2	15	2	0.2	0.0025	15	100т	4.5-16.5	0.6	30	13.5	85	10	13		20кз
КР140УД14Б	-	-	25	7.5	30	7	1	0.01	15	100т	4.5-16.5	0.8	10	+13.5/-13	80	10	13		20кз
КР140УД1408А	-	-	50	2	15	2	0.2	0.0025	15	100	4.5-16.5	0.6	70т	13.5	85		13		1.8
КР140УД1408А	-	-	20						5		4.5-16.5		90т	1			3		
КР140УД1408Б	-	-	25	7.5	30	7	1	0.01	15	100	4.5-16.5	0.8	10	+13.5/-13	80		13		1.8
КР140УД1408Б	-	-	10						5								3		
КФ140УД14	-	-																	

Прибор	R _H min, КОм	C _H max, пФ	f ₁ , f ₂ срз*, МГц	V _{Увых} max, В/мкс	Еп, R _F =0 нВ/√Гц	f ₀ , кГц	U _ш вх при R _F =0 мкВ	t _{уст} , мкс	Диапазон I _{упр.} , мкА	Кол. в корп.	Коэф. разд. канал, дБ	Тип корпуса	Диап. раб. темп., -/+°С	Технические условия	Заводы изготовители	Прототип (Аналог)
140УД8А	2	250	1*	5						1	-	301.8-2	60/85	6КО.347.027 ТУ	⊕	LF151
140УД8Б	2	250	1*	10						1	-	301.8-2	60/85	6КО.347.027 ТУ	⊕	LF151
К140УД8А	2	100	1*	2						1	-	301.8-2	45/70	6КО.348.666 ТУ	⊕	LF151
К140УД8Б	2	100	1*	5						1	-	301.8-2	45/70	6КО.348.666 ТУ	⊕	LF151
К140УД8В	2	100	1*	2						1	-	301.8-2	45/70	6КО.348.666 ТУ	⊕	LF151
КР140УД8А	2	100	*	2						1	-	2101.8-1	45/70	6КО.348.150 ТУ	⊕	LF151
КР140УД8Б	2	100	*	5						1	-	2101.8-1	45/70	6КО.348.150 ТУ	⊕	LF151
КР140УД8В	2	100	*	2						1	-	2101.8-1	45/70	6КО.348.150 ТУ	⊕	LF151
КР140УД8Г	2	100	*	10						1	-	2101.8-1	45/70	6КО.348.150 ТУ	⊕	LF151
140УД9	1	100	1	0.5						1	-	301.12-1	60/125	6КО.347.004 ТУ9	⊕	
140УД901	1	100	1	0.5						1	-	3103.12-2	60/125		⊕	
К140УД9	1	100	1	0.2						1	-	301.12-1	45/70		⊕	
К140УД901	1	100								1	-	3103.12-2	45/70		⊕	
КР140УД9	1	100								1	-	2101.8-1	10/70	6КО.348.488 ТУ	⊕	
140УД10	2		15	30				1		1	-	301.8-2				LM118
140УД11	2	10	15	30						1	-	301.8-2	60/125	6КО.347.004 ТУ15	⊕	LM118
К140УД11	2	10	15	+50/-20						1	-	301.8-5	45/70	6КО.347.004 ТУ15	⊕	LM118
КР140УД11</																

Прибор	Входной каскад	I _{упр.} мкА	K _{у.у.} тыс.	U _{см.} мВ	ΔU _{см.} ΔT мкВ °С	I _{вх.} нА	ΔI _{вх.} нА	ΔI _{вх.} ΔT нА °С	±U _{п.ном.} В±%	K _{вл.ип.} мкВ/В, дБ*	Диапа- зон ±U _{п.} В	I _{пот.} мА	R _{вх.} МОм	±U _{вх.сф.} В	K _{ос.сф.} дБ	±U _{вх.диф.} В	±U _{вх.макс.} В	R _{вх.} Ом	I _{вх.макс.} мА
А К140УД16 КР140УД1608		-	50	6	300	500	200	5	15	150	5-21	2.8	0.4	10	70	2Уп	11.5		
		-	50	6	300	500	200	5	15	150	5-17	2.8	0.4	10	70	2Уп	11.5		
В Н140УД17А Н140УД17Б К140УД17А К140УД17Б К140УД1701А К140УД1701Б КР140УД17А КР140УД17Б		-	300	0.025	0.6	2	2	0.025	15	100*	5.5-18	4	25т	13	110	15	12	70т	10
		-	200	0.075	1.3	3	2.8	0.05	15	100*	5.5-18	4	16т	13	110	15	12	70т	10
		-	300	0.025	0.6	2	2	0.025	15	100*	5.5-18	4	25т	13	110	15	12	70т	10
		-	200	0.075	1.3	3	2.8	0.05	15	100*	5.5-18	4	16т	13	110	15	12	70т	10
		-	250	0.055	0.6	2.5	2.5	0.025	15	100*	5.5-18	4.5	25т	13	110	15	12	70т	10
		-	150	0.105	1.3	4	3.5	0.05	15	100*	5.5-18	4.5	16т	13	110	15	12	70т	10
		-	200	0.075	3	4	3.8	0.12	15	94*	3-22	4	30	13	106	7	12		10
		-	120	0.15	6	12	6	0.2	15	90*	3-22	5	30	13	94	7	11.5		10
		-	200	0.075	3	4	3.8	0.12	15	94*	3-16.5	4	30	13	106	7	12		6
		-	120	0.15	6	12	6	0.2	15	90*	3-16.5	5	30	13	94	7	11.5		6
		-	200	0.075	3	4	3.8	0.12	15	94*	3-16.5	4	30	13	106	7	12		6
		-	120	0.15	6	12	6	0.2	15	90*	3-16.5	5	30	13	94	7	11.5		6
С КР140УД18	ПТ	-	50	10	10т	1	0.2		15	80*	5-18	4		10.5	80	24	11.5		
Д 140УД20А 140УД20Б Н140УД20А Н140УД20Б		-	50	5	20	200	50	1.5	15	150	5-19.5	2.8	0.4	12	70	2Уп т	11.5		8т
		-	50	5	20	200	50	1.5	15	150	5-19.5	2.8	0.4	12	70	2Уп т	11.5		8т
		-	50	5	20	200	50	1.5	15	300	5-19.5	2.8	0.4	10	70	2Уп т	11.5		8т
		-	25	5		200	50		15	300	5-19.5	2.8	0.4	10	70	2Уп т	11.5		8т
		-	25	5	20	80	30		15		5-19.5	4		12	70	10	11		9
Е 140УД21 К140УД22 К140УД2201 КР140УД22 КР140УД22А		МОП	1000	0.06	0.6	1	0.5	0.004	15	120*	12-20	5.5		10	120	24	12		
		ПТ	25	10	20	0.2	0.05		15	80*	5-18	10		10	80	30	10		
		ПТ	25	10	20	0.2	0.05		15	80*	5-18	10		10	80	20	10		
		ПТ	50	10		0.2	0.05		15	80*	5-18	10		10	80	20	11.5		
		ПТ	50	10		0.2	0.05		15	80*	5-18	10		10	80	20	11.5		
F 140УД23 К140УД23 К140УД23А		ПТ	45	5	20	0.1	0.02		15	85*	5-22	7.5		11	85	Уп	12		
		ПТ	25	10		0.2	0.05		15	80*	5-18	10		10	80	Уп т	11		
		ПТ	25	10		0.2	0.05		15	80*	5-18	10		10	80	Уп т	11		
G 140УД24 КР140УД24	МОП МОП	- -	1000 1000	0.005 0.005	0.05 0.05	0.01 0.01	0.005 0.005		5 5	1 1	2.5-8 3	3.5 3	2	120	Уп т	4.7			
H 140УД25А 140УД25Б 140УД25В КР140УД25А КР140УД25Б КР140УД25В КР140УД25Г		-	1000	0.03	0.6	40	35	1	15	10	4-18	4.7		11	114	0.7т	12		
		-	1000	0.06	1.3	55	50	1.5	15	10	4-18	4.7		11	106	0.7т	12		
		-	700	0.1	1.8	80	75	2	15	20	4-18	5.7		11	100	0.7т	11.5		
		-	1000	0.03	0.3т	40	35	0.2т	15	10	4-18	4.7		10	114	0.7т	12		
		-	1000	0.06	0.6т	55	50	0.4т	15	10	4-18	4.7		10	106	0.7т	12		
		-	700	0.1	1.0т	80	75	0.6т	15	20	4-18	5.7		10	100	0.7т	11.5		
		-	700	0.2	1.5т	80	75	0.6т	15	20	4-18	5.7		10	100	0.7т	11.5		
		-	700	0.2	1.5т	80	75	0.6т	15	20	4-18	5.7		10	100	0.7т	11.5		
I 140УД26А 140УД26Б 140УД26В КР140УД26А КР140УД26Б КР140УД26В КР140УД26Г		-	1000	0.03	0.6	40	35	1	15	10	4-18	4.7		11	114	0.7т	12		
		-	1000	0.06	1.3	55	50	1.5	15	10	4-18	4.7		11	106	0.7т	12		
		-	700	0.1	1.8	80	75	2	15	20	4-18	5.7		11	100	0.7т	11.5		
		-	1000	0.03	0.3т	40	35	0.2т	15	10	4-18	4.7		10	114	0.7т	12		
		-	1000	0.06	0.6т	55	50	0.4т	15	10	4-18	4.7		10	106	0.7т	12		
		-	700	0.1	1.0т	80	75	0.6т	15	20	4-18	5.7		10	100	0.7т	11.5		
		-	700	0.2	1.5т	80	75	0.6т	15	20	4-18	5.7		10	100	0.7т	11.5		

140УД25/26 - допускают снижение сопротивления нагрузки R_н до 600 Ом

Прибор	R _н min	C _н max	f ₁ f* _{ср.} МГц	V _{Увых} max	E _п R _г =0 нВ/√Гц	f ₀ кГц	U _{ш.вх.} при R _г =0 мкВ	t _{уст.} мкс	Диа-пазон I _{упр.} мкА	Кол. в корп.	Коэф. разд. канал, дБ	Тип корпуса	Диап. раб. темп., -/+°С	Технические условия	Заводы изготовители	Прототип (Аналог)
A К140УД16 КР140УД1608	2	1000т		0.3					-	1	-	301.8-2	0-70	БКО.348.669 ТУ	-	μА741
	2	1000т		0.3					-	1	-	2101.8-1	0-70		-	μА741
B Н140УД17А Н140УД17Б К140УД17А К140УД17Б К140УД1701А К140УД1701Б КР140УД17А КР140УД17Б	2	500т	0.25*	0.1					-	1	-	301.8-2	60/125	БКО.347.004.ТУ17	⊕	OP-07
	2	500т	0.25*	0.1					-	1	-	301.8-2	60/125	БКО.347.004.ТУ17	⊕	OP-07
	2	500т	0.25*	0.1					-	1	-	3101.8-1	60/125	БКО.347.004.ТУ17	⊕	OP-07
	2	500т	0.25*	0.1					-	1	-	3101.8-1	60/125	БКО.347.004.ТУ17	⊕	OP-07
	2	500т	0.25*	0.1					-	1	-	Н04.16-2В	60/85	БКО.347.004.ТУ17	⊕	OP-07
	2	500т	0.25*	0.1					-	1	-	Н04.16-2В	60/85	БКО.347.004.ТУ17	⊕	OP-07
	2	500т	0.4*	0.1					-	1	-	301.8-2	10/70	БКО.348.095-10ТУ	⊕	OP-07
	2	500т	0.4*	0.1					-	1	-	301.8-2	10/70	БКО.348.095-10ТУ	⊕	OP-07
	2	500т	0.4*	0.1					-	1	-	3101.8-1	10/70	БКО.348.095-10ТУ	⊕	OP-07
	2	500т	0.4*	0.1					-	1	-	3101.8-1	10/70	БКО.348.095-10ТУ	⊕	OP-07
	2	500т	0.4*	0.1					-	1	-	2101.8-1	10/70	БКО.348.095 ТУ	⊕	OP-07
	2	500т	0.4*	0.1					-	1	-	2101.8-1	10/70	БКО.348.095 ТУ	⊕	OP-07
C КР140УД18	2	200т	1*	2					-	1	-	2101.8-1	10/70	БКО.348.095-11ТУ	⊕	LF355
D 140УД20А 140УД20Б Н140УД20А Н140УД20Б	2	100т	0.55*	0.3					-	2	85	201.14-10	60/125	БКО.347.004 ТУ14	⊕	μА747
	2	100т	0.55*	0.3					-	2	85	201.14-10	60/125	БКО.347.004 ТУ14	⊕	μА747
	2	100т	0.55*	0.3					-	2	85	Н04.16-2В	60/85	БКО.347.004 ТУ14	⊕	μА747
	2	100т	0.55*	0.3					-	2	85	Н04.16-2В	60/85	БКО.347.004 ТУ14	⊕	μА747
	1	1000т	0.5*	0.3					-	2	85	201.14-10			⊕	μА747
E 140УД21 К140УД22 К140УД2201 КР140УД22 КР140УД22А	1	1000т	0.5*	0.3					-	2	85	201.14-10			⊕	μА747
	2	1000т	0.5*	0.3					-	2	85	201.14-10			⊕	μА747
	2	1000т	0.5*	0.3	18				-	2		201.14-10	45/85	БКО.348.095-12ТУ	⊕	μА747
	2	1000т	0.5*	0.3	18				-	2		201.14-1	10/70	БКО.348.095-12ТУ	⊕	μА747
	2	1000т	0.5*													

Прибор	Входной каскад	I _{упр} , мКА	K _{y,up} , тыс.	U _{см1} , мВ	$\frac{\Delta U_{см1}}{\Delta T}$, мкВ/°С	I _{вх} , нА	$\Delta I_{вх}$, нА	$\frac{\Delta \Delta I_{вх}}{\Delta T}$, нА/°С	$\pm U_{пл.ном}$, В±%	K _{вл.ип} , мкВ/В, дБ*	Диапа- зон $\pm U_{пл}$, В	I _{пот} , мА	R _{вх} , МОм	$\pm U_{вх.сф}$ max, В	K _{ос.сф} , дБ	$\pm U_{вх.диф}$ max, В	$\pm U_{вых.max}$, В	R _{вых} , Ом	I _{вых.max} , мА
А	КР140УД27 пр КР140УД30	ПТ	-	25	4	5	0.2				0.6-16.5 +1.2-...	0.3					13.5 0.3		20 20
Б	КР140УД33 пр КР140УД33	-	1	4		30	2		15 0.6										
В	КР140УД66 КР140УД66	-	50			100	20		+12		+(3-12) +(3-30)	0.5		0-(Uп-15)			0-(Uп-0.3)		2
С	КР140УД281 КФ140УД281 КР140УД282 КР140УД284	ПТ ПТ ПТ ПТ	- - - -	25 25 25	5 5 5 10	0.1 0.1 0.1	0.05 0.05 0.05		15 15 15	70* 15 15	8.1-15 8.1-15 8.1-15	0.2 0.4 0.8		6 8	70* 70* 70*		12.5 12.5 12.5		
Д	153УД1 153УД101 Р153УД1А К153УД1А К153УД101А	- - - - -	20 20 20 20	5 5 7.5 7.5	20 20 30 30	600 600 1500 1500	250 250 500 500	17 15 15	15 15 15	70* 15 15	8.1-18 8.1-18 8.1-18 8.1-18	6 6 6 6	0.2 0.2 0.26 0.26	8 8 8 8	65 65 65 65	5 5 4.5 4.5	10 10 10 10	200	
Е	153УД2 153УД2А 153УД201 Р153УД2 К153УД2 К153УД201	- - - - - -	50 50 50 50	5 5 5	20 20 20	500 500 500	200 200	2 2	15 15	75* 15	5-20 5-20 5-20	3 3	0.3 12 12	70 70 70	30 30 30	11 11	300		
Ф	153УД3 153УД301 Р153УД3 153УД4	- - - 45	25 25 25	2 2 2	10 10 10	200 200 200	50 50	2.8 2.8 2.8	15 15 15	100 100 100	9-18 9-18 9-18	3.6 3.6 3.6	0.6 8 8	80 80 80	5 5 5	10 10 10	200		
Г	153УД5А 153УД5Б 153УД501А 153УД501Б К153УД5 К153УД501	- - - - - -	1000 1000 1000	1 1 1	5 10 5	100 100 100	20 20	0.15 0.35 0.15	15 15 15	20 20 20	5-16.5 5-16.5 5-16.5	3.5 3.5 3.5	1 1 1	13.5 13.5 13.5	110 100 110	5 5 5	10 10 10	100 100 100	5 5 5
Н	153УД6 153УД601 Н153УД6 К153УД6 К153УД601	- - - - -	50 50 50	2 2 2	15 15 15	75 75 75	10 10	0.2 0.2 0.2	15 15 15	35 35 35	5-18 5-18 5-18	3 3 3	2 1.5т 1.5т	12 80 80	30 30 30	10 10 10	300т 300т 300т	6 6 6	
И	154УД1А 154УД1Б Н154УД1А Н154УД1Б К154УД1	- - - - -	150 100 150 100	3 3 3 5	15 15 15т 15	20 40 20 40	10 20 10	0.15 0.15 0.15т	15 15 15	100* 100* 100* 100*	4.5-18 4.5-18 4.5-18 4.5-18	0.12 0.12 0.12 0.12	1 1 1 1	11 86 11 86	11 11 11 11	11 11 11	300 300	5 5 5 5	
Ж	154УД2 154УД3А 154УД3Б Н154УД3А Н154УД3Б	- - - - -	10 8 7.5	2 9 9	20 30 50	100 225 300	20 30 50	0.3 0.5 1	15 15 15	85* 76*	5-18 5-18 5-18	6 7 7	0.5 1 1	10 82 82	86 10 10	10 9.5 9.5	300 300	300	10 10 10

КР140УД27 - функционально законченный масштабный усилитель с тремя фиксированными коэффициентами усиления 10, 100, 1000, низкими уровнями входного напряжения шума и температурного дрейфа напряжения смещения, высоким коэффициентом ослабления входного синфазного сигнала

КР140УД33 - температурная стабильность внутреннего ИОН (источника опорного напряжения) 50х10⁻⁴ °С⁻¹ при номинале - 200 мВ относительно минус U_н



R _H min, Ом	C _H max, пФ	f ₁ , f* _{срз} , МГц	V _{Увых} max, В/мкс	Еп, R _г =0, нВ/√Гц	f _о , кГц	U _{ш.вх} при R _г =0, мкВ	t _{уст} , мкс	Диа-пазон I _{упр} , мКА	Кол. в корп.	Коэф. разд. канал, дБ	Тип корпуса	Диап. раб. темп., -/+°С	Технические условия	Заводы изгото- вители	Прототип (Аналог)
А	1 1		50						1 1 1	- - -	2103.16-14 2101.8-1 2101.8-1			П П П	LM363 OP-42 LM10
Б										1	2101.8-1		ЛФКУ.431136.001 ТУ	Б	6/а
С	10		0.6 0.6	45					1 2 2	- - -	2101.8-1 2101.8-1 2101.14-2			К К К	LF441 LF441 LF442 LF444
Д	2 2 2 2 2	100т 100т 100т 100т	1 0.06 0.06 0.06				2.5 2.5		1 1 1 1	- - - -	301.8-2 3101.8-1 2102.14-1 301.8-2 3101.8-1	60/125 60/125 60/100 45/85 45/85	БКО.347.010 ТУ1 БКО.347.010 ТУ1 БКО.348.030 ТУ БКО.348.030 ТУ	П П П П	μА709 μА709 μА709 μА709
Е	2 2 2		1 0.5						1 1 1	- - -	301.8-2 301.8-2 3101.8-1 2101.8-2	60/125 60/125 60/100	БКО.347.010 ТУ1 БКО.347.010 ТУ1 БКО.347.010 ТУ1 БКО.348.030 ТУ	П П П	LM101 LM101 LM101 LM101
Ф	2 2 2		1 0.2				1.5 1.5		1 1 1	- - -	301.8-2 3101.8-1 2102.14-1	60/125 60/125 60/100	БКО.347.010 ТУ2 БКО.347.010 ТУ2 БКО.347.010 ТУ2	П П П	μА709 μА709 μА709
Г	2 2 2 2		0.3 0.005 0.3 0.005						1 1 1 1	- - - -	301.8-2 301.8-2 3101.8-1 3101.8-1	60/125 60/125 60/125	БКО.347.010 ТУ4 БКО.347.010 ТУ4 БКО.347.010 ТУ4 БКО.347.010 ТУ4	П П П П	μА725 μА725 μА725 μА725
Н	2 2 2 2		0.7 0.5 0.5				2 2		1 1 1	- - -	301.8-2 3101.8-1 Н04.16-2В 301.8-2 3101.8-1	60/125 60/125 60/125 45/85 45/85	БКО.347.010 ТУ2 БКО.347.010 ТУ2 БКО.347.010 ТУ2 БКО.348.030 ТУ БКО.348.030 ТУ	П П П П П	LM101А LM101А LM101А LM101А LM101А
И	2 2 2 2 1.8	100 100 100	1* 1* 1*т 1*	10 10 10			2 2		1 1 1 1	- - - -	301.8-2 301.8-2 Н04.16-2В Н04.16-2В 301.8-2	60/125 60/125 60/125 60/125	БКО.347.206 ТУ1 БКО.347.206 ТУ1 БКО.347.206 ТУ1 БКО.347.206 ТУ1	П П П П	HA2700 HA2700 HA2700 HA2700 HA2700
Ж	2 2 2 2	50 50	15 15	+150/-75 80 60 80			5 12 12		1 1 1	- - -	301.8-2 301.8-2 301.8-2 Н04.16-2В Н04.16-2В	60/125 60/125 60/125 60/125	БКО.347.206 ТУ2 БКО.347.206 ТУ3 БКО.347.206 ТУ3 БКО.347.206 ТУ3	П П П П	HA2520 HA2520 HA2520 HA2520

пр - примечание по наименованию прибора
 Напряжение шума приведенное ко входу $U_{ш.вх}$ нормируется в полосе частот 0,1-10 Гц, если не указано иначе
 Время установления выходного напряжения $t_{уст}$ в режиме повторителя нормируется для точности 0,1%. Для точности 0,05% значение дополняется звездочкой *

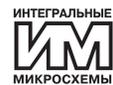
т - типовое значение
 * - в пустой графе для f_1 (частота единичного усиления) означает наличие внутренней частотной коррекции, позволяющей охватывать усилитель полной ОС
 * - в графе f_0 - частоты сопряжения шумов вида 1/ƒ, обозначает частоту нормирования спектральной плотности напряжения шума

кз - при коротком замыкании по выходу (как правило на землю)



Классификация	Прибор	Входной каскад	I _{упр.} , мКА	K _{y.у.} , тыс.	U _{с.м.} , мВ	$\frac{\Delta U_{с.м.}}{\Delta T}$, МКВ/°С	I _{вх.} , НА	$\Delta I_{вх.}$, НА	$\frac{\Delta I_{вх.}}{\Delta T}$, НА/°С	$\pm U_{п.ном.}$, В±%	K _{вл.ип.} , МКВ/В, дБ*	Диапазон $\pm U_{п.}$, В	I _{пот.} , МА	R _{вх.} , МОМ	$\pm U_{вх.сф. max.}$, В	K _{ос.сф.} , дБ	$\pm U_{вх.диф. max.}$, В	$\pm U_{вых.max.}$, В	R _{вых.} , Ом	I _{вых.max.} , МА	Классификация
А	154УД4А	-	10	5	50	1000	200	5	15	70*	5-17	6	1	10	80	10	10	300	10	А	
	154УД4Б	-	8	6	50	1200	300	5	15		5-17	7	1	10	74	10	10	300	10		
	К154УД4	-				1500	500		15			5-17	7		70			10			
В	К157УД1	-	50	5	50	500	150	10	15		3-18	9	1	8	70	16	12	20	400кз	В	
	К157УД2	-	50	10	50	500	150	10	15	80*	3-18	7	0.5	8.5	70	17	13	200	45кз		
	К157УД3	-	50	5	50	500	150	5	15		3-18	7		8.5	70	17	13		45кз		
	К157УД4А	-	50	5	50	300	100	5	15		2-18	6		8.5	70		13		45кз		
	К157УД4Б	-	50	3	50	500	150	5	15		2-18	6		8.5	70		13		45кз		
	К157УД5	-	70	3	50	500	150	5	15		2-18	6		12		12	13				
	К157УД6А	-	50	3	50	500	150	5	15		2-18	6		12		12	13				
	К157УД6Б	-	50	3	50	500	150	5	15		2-18	6		12		12	13				
К157УД7	-	50	3	50	500	150	5	15		2-18	12		12		12	13					
К157УД8	-	70	3	50	500	150	5	15		2-18	12		12		12	13					
С	544УД1А	ПТ	100	15	20	0.05	0.02		15	100	7-16.5	3.5	1.5*10 ⁵ τ	10	80	10	10	200		С	
	544УД1Б	ПТ	50	30	50	0.1	0.05		15	120	7-16.5	3.5	1.5*10 ⁵ τ	10	80	10	10	200			
	К544УД1А	ПТ	100	20	30	0.05	0.02	0.0033	15±5	300	8-16.5	3.5	1.5*10 ⁵ τ	10	64	10	12	200			
	К544УД1Б	ПТ	50	30	50	0.15	0.1	0.022	15±5	300	8-16.5	3.5	1.5*10 ⁵ τ	10	64	10	12	200			
	К544УД1В	ПТ	40	50	100	1	1		15±5	300	8-16.5	3.5	10	10	64	10	10	200			
	КР544УД1А	ПТ	200	20	30	0.05	0.02	0.0033	15±5	100	7-16.5	3.5	1.5*10 ⁵ τ	10	80	10	12	200			
	КР544УД1Б	ПТ	100	30	50	0.1	0.1	0.022	15±5	150	7-16.5	3.5	1.5*10 ⁵ τ	10	80	10	12	200			
КР544УД1В	ПТ	200	5	20	0.05	0.02	0.0033	15±5	100	7-16.5	2.5	1.5*10 ⁵ τ	10	80	12	10	200				
D	544УД2А	ПТ	20	30	50	0.1	0.1		15	300	5.5-16.5	7	3*10 ⁴ τ	10	70	10	10	200	8	D	
	544УД2Б	ПТ	10	50	100	0.5	0.5		15	300	5.5-16.5	7	3*10 ⁴ τ	10	70	10	10	200	8		
	К544УД2А	ПТ	20	30	50	0.1	0.1	0.11	15	300	5-16.5	7	10 ⁴ τ	10	70	10	10	200			
	К544УД2Б	ПТ	10	50	100	0.5	0.5	0.55	15	300	5-16.5	7	10 ⁴ τ	10	70	10	10	200			
	К544УД2В	ПТ	20	50	100	1	1	1.1	15	300	5-16.5	7	10 ⁴ τ	10	70	10	10	200			
	КР544УД2А	ПТ	20	30	50	0.1	0.1	0.11	15	300	5-16.5	6	10 ⁴ τ	10	70	10	10				
	КР544УД2Б	ПТ	10	50	100	0.5	0.5	0.55	15	300	5-16.5	7	10 ⁴ τ	10	70	10	10				
КР544УД2В	ПТ	20	50	100	1	1	1.1	15	300	5-16.5	7	10 ⁴ τ	10	70	10	10					
КР544УД2Г	ПТ	20	10	30	0.1	0.1	0.11	15	300	5-16.5	6	10 ⁴ τ	10	70	10	10					
E	КР544УД3А	ПТ	200	2	15	0.05	0.02	0.0033	15	50	5-16.5	2.5	10 ⁷ τ		86		12			E	
	КР544УД3Б	ПТ	100	5	30	0.1	0.1	0.022	15	100	5-16.5	2.5	10 ⁷ τ		86		12				
	КР544УД4	ПТ	50	30	50	0.1	0.1		15	200	7-16.5	7	10 ⁷ τ		80		12				
	КР544УД5	ПТ	100	30	50	0.05			6	300	5.4-16.5	0.45	10 ⁷ τ		66		3				
	КР544УД5	ПТ	100	30	50	0.05			15	200	5.4-16.5	0.8	10 ⁷ τ		70						
	КР544УД6	ПТ	100	3	15	0.15	0.05		15	100	5-16.5	5	10 ⁷ τ		80		12				
F	К551УД1А	-	500	1.5	5	100	20		15			5	1	13.5	60	10	10	150		F	
	К551УД1Б	-	250	2.5	10	125	35		15			5	1	13.5	60	10	10	150			
	КМ551УД1А	-	500	1.5	5	100	20	1	15	10	5-16.5	5		13.5	100	5	10				
	КМ551УД1Б	-	250	2.5	10	125	35	1	15	10	5-16.5	5		13.5	94	5	10				
	КР551УД1А	-	500	1.5	10	150	20	1	15	10	5-17	5		13	100	5	10		5		
	КР551УД1Б	-	250	2.5	10	175	35	1	15	10	5-17	5		13	100	5	10		5		
G	КМ551УД2А	-	5	5	10	2000	1000		15		5-16.5	10	0.5	4	70	4	10	150	2	G	
	КМ551УД2Б	-	5	5	10	2000	1000		15		5-16.5	10	0.5	8	70	5	10	150	2		
	КР551УД2А	-	5	5	20	2000	1000	50	15	150	5-17	10		3.5	70	4	10		2		
	КР551УД2Б	-	5	5	20	2000	1000	50	15	150	5-17	10		7.5	70	5	10		2		

зв - параметр нормируется в полосе звуковых частот 20 - 20000 Гц
 ** - в графе f_1 - частоты единичного усиления, обозначает частоту среза с использованием внешней частотной коррекции
 К157УД4А/Б, К157УД5А/Б, К157УД6 - допускают уменьшение сопротивления нагрузки до 20 Ом при $R_{вх.} < 0.2$ В



Классификация	R _{н min} , КОМ	C _{н max} , ПФ	f ₁ , МГц	V _{увых max} , В/мкс	E _{п.} , R _г =0, НВ/√Гц	f _{о.} , кГц	U _{ш.вх.} при R _г =0, мкВ	t _{уст.} , мкс	Диапазон I _{упр.} , мКА	Кол. в корп.	Коэф. разд. канал, дБ	Тип корпуса	Диап. раб. темп., -/+°С	Технические условия	Заводы изготовители	Прототип (Аналог)	Классификация
А	2		30	500			15	0.6	-	1	-	301.8-2	60/125	БКО.347.206 ТУ4			А
	2		20τ	400			15	0.6	-	1	-	301.8-2	60/125	БКО.347.206 ТУ4			
	2			200					-	1	-						
B	0.2		0.5**	0.5					-	1	-	201.9-1	25/70	БКО.348.412-01ТУ		б/а	B
	2		1**	0.5			1.6эв		-	2	80	201.14-1	25/70	БКО.348.412-02ТУ		б/а	
	2		1**	0.5			2.0эв		-	2	80	201.14-1	25/70	БКО.348.412-12ТУ		б/а	
	2 пр		1**	0.5			1.5эв		-	1	-	2101.8-1	25/70	БКО.348.412-13ТУ		б/а	
	2 пр		1**	0.5			2.0эв		-	1	-	2101.8-1	25/70	БКО.348.412-13ТУ		б/а	
	2 пр		3	2			2.0эв		-	1	-	2101.8-1	25/70	БКО.348.412-14ТУ		б/а	
	2 пр		1**	0.5			1.5эв		-	1	-	2101.8-1	25/70	БКО.348.412-15ТУ		б/а	
	2 пр		1**	0.5			2.0эв		-	1	-	2101.8-1	25/70	БКО.348.412-15ТУ		б/а	
2		1**	0.5			2.0эв		-	2		2101.8-1	25/70			б/а		
2		3	2			2.0эв		-	2		201.14-1	25/70			б/а		
C	2	110	1*	5	20τ		5.0		-	1	-	3101.8-1,302.8-1	60/125	БКО.347.040 ТУ		μА740	C
	2	110	1*	2	20τ		5.0		-	1	-	3101.8-1,302.8-1	60/125	БКО.347.040 ТУ		μА740	
	2	500	1*	5	20τ		5.0		-	1	-	3101.8-1,302.8-1	45/70	БКО.348.257 ТУ		μА740	
	2	500	1*	3	20τ		5.0		-	1	-	3101.8-1,302.8-1	45/70	БКО.347.257 ТУ		μА740	
	2	500	1*	5	20τ		5.0		-	1	-	2101.8-1	45/70	БКО.348.257 ТУ		μА740	
	2	500	1*	3	20τ		5.0		-	1	-	2101.8-1	45/70	БКО.348.257 ТУ		μА740	
2	500	1*	5	20τ		5.0		-	1	-	2101.8-1	45/70	БКО.348.257 ТУ				

Table with 25 columns: Прибор, Входной каскад, Iупр, Ку,у, Ums, ΔUсмп/ΔT, Iвх, ΔIвх, ΔΔIвх/ΔT, ±Uпл.ном, Kвл.ипл, Диапазон, Iплот, Pвх, ±Uвх.сф, Kос.сф, ±Uвх.диф, ±Uвх.макс, Pвых, Iвх.макс, Iупр.макс. Rows are grouped by letter A-I.

Общ - общий ток потребления (для multifunctional устройств)
КФ1032УД1 - остаточное напряжение на выходе компаратора 0,4 В при выходном токе 10 мА

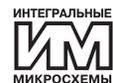
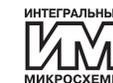


Table with 25 columns: Rн, Cн, f1, Vвых, Ep, f0, Uш.вх, tуст, Диапазон, Кол. в корп., Коэф. разд., Тип корпуса, Диаг. раб., Технические условия, Заводы изготовители, Прототип (Аналог). Rows are grouped by letter A-I.

пр - примечание по наименованию прибора
Напряжение шума приведенное ко входу Uш.вх нормируется в полосе частот 0,1-10 Гц, если не указано иначе
Время установления выходного напряжения tуст в режиме повторителя нормируется для точности 0,1%. Для точности 0,05% значение дополняется звездочкой *

T - типовое значение
* - в пустой графе для f1 (частота единичного усиления) означает наличие внутренней частотной коррекции, позволяющей охватывать усилитель полной ОС
* - в графе f0 - частоты сопряжения шумов вида 1/f, обозначает частоту нормирования спектральной плотности напряжения шума

кз - при коротком замыкании по выходу (как правило на землю)



Прибор	Входной каскад	I _{упр.} , мКА	K _{у.у.} , тыс.	U _{см1} , мВ	$\frac{\Delta U_{см1}}{\Delta T}$, мкВ/°С	I _{вх.} , нА	$\Delta I_{вх.}$, нА	$\frac{\Delta I_{вх.}}{\Delta T}$, нА/°С	$\pm U_{п.ном.}$, В±%	K _{вл.ип.} , мкВ/В, дБ*	Диапа-зон ±U _{п.} , В	I _{пот.} , мА	R _{вх.} , МОм	$\pm U_{вх.сф. max.}$, В	K _{ос.сф.}, дБ}	$\pm U_{вх.диф. max.}$, В	R _{вых.} , Ом	I _{вх. max.} , мА	
K1401УД1 K1401УД1	Норт	-	2	-	-	150			15		2-16.5 +(4-30)	8.5	0.1	13	70	12	12.5		-1/+10
1401УД2А 1401УД2Б Н1401УД2А		-	50	5	30	150	30	0.1	15	75*	2.5-16.5	3	0.2	14	70	2U _п	12		5
K1401УД2А K1401УД2Б KM1401УД2А KM1401УД2Б		-	50	5	30	150	30	0.1	15		+(5-16.5) 2.5-16	2 3	0.2	+4.5 U _{п-2}	70	+(U _п) 2U _п	3 12		5
K1401УД3 1401УД4 K1401УД4 KM1401УД4		10	50	6	2.5Г	250	100	0.06Г	15	300	1.5-16.5	2.5	0.2	U _{п-2}	70	2U _{п-3}	12		5
K1401УД6 K1401УД6		-	25	5		250	50		+5 +30		+(3-32)	2 общ		U _{п-2}	65	U _{п-2}	+3.3		-7.5/+15
комп. K1401УД6 комп. K1401УД6		-	50	5		250	50		+5 +32		+(3-32)			U _{п-2}		U _{п-2}	+0.4/U _п +32		6
1407УД1А 1407УД1Б K1407УД1 КР1407УД1		900	10	6	20	10000	2000		5			8			72		2		1
K1407УД2 КР1407УД2 K1407УД2 КР1407УД2		4	50	5		150	50		12	пр	1.2-13.2	0.1		10	70	2.5	10		2
		1000				150	50		12	пр	1.2-13.2	0.1		10	70	2.5	10		2
		1000				300			12	пр	1.2-13.2	10		10			10		5
1407УД3 K1407УД3 КР1407УД3		60	10	5	20	5000	1000		6		2-12	2		4.5	76	2.5	3		1
КФ1407УД4А КФ1407УД4Б		20	3	5		2000	500		1.5±5 6		1.5-6 1.5-6	2 3		U _{п-1.5} U _{п-1.5}	70 70	2.5 2.5	0.65 2.5		2.5 2.5
1408УД1 KM1408УД1 КР1408УД1 КР1408УД2		-	100	5.5	60	20	3		27	100	7-40	4	1	23	80		21		
		-	70	8	12Г	40	10	0.02Г	27	200	7-30	5	1	21	70	43.4	20	25	
		-	70	8	12Г	40	10	0.02Г	27	200	7-30	5	1	21	70	43.4	20	25	
		-	50	5		200	50		15		5-20	2.8	0.4	15	70		150		
K1409УД1А K1409УД1Б K1409УД1В K1409УД1Г	МОП	-	20	15	100	0.05	0.03		15			6	10		70		12		
КР1409УД1А КР1409УД1Б КР1409УД1В КР1409УД1Г	МОП	-	20	15	100	0.05	0.03		15			6	10		70		12		
	МОП	-	8	15	100	0.01	0.007		+6		4-9	3.5	6		65	+(0-2)	+(0.3-2.5)		
	МОП	-	8	15	100	0.02	0.015		+6		4-9	3.5			65	+(0-2)	+(0.3-2.5)		
	МОП	-	8	15	100	0.01	0.007		+6		4-9	3.5	6		65	+(0-2)	+(0.3-2.5)		
	МОП	-	8	15	100	0.02	0.015		+6		4-9	3.5			65	+(0-2)	+(0.3-2.5)		
1416УД1 Н1416УД1		-	10	5	20	5000	1000		6			2			74				
		-	10	5	20	5000	1000		6			2			74		2.5		2.5

Норт – входной каскад выполнен по схеме Норттона
 Общ – общий ток потребления (для многофункциональных приборов)
 1401УД6 – время задержки для компаратора t_{зд} = 3 мкс
 1407УД1 – спектральная плотность напряжения белого шума E_п нормирована при R_п = 500 Ом
 1407УД2 – коэффициент влияния тока управления на напряжение смещения (типичное значение) 1 мВ/дек
 1407УД3 – значение спектральной плотности напряжения шума приведено для тока управления I_{упр} = 125 мКА

R _{Н min} , КОм	C _{Н max} , пФ	f _г , МГц	V _{Увых max} , В/мкс	E _{п, R_п=0} , нВ/√Гц	f ₀ , кГц	U _{ш.вх} при R _п =0, мкВ	t _{уст} , мкс	Диа-пазон I _{упр} , мКА	Кол. в корп.	Коэф. разд. канал. дБ	Тип корпуса	Диап. раб. темп., -/+°С	Технические условия	Заводы изготовители	Прототип (Аналог)	
2		2.5*	0.5						4	80Г	2101.14-2	45/100	6КО.348.651 ТУ		LM2900	
2		1*	0.5	50					4	120Г	201.14-10	60/125	6КО.347.306-01ТУ		LM124	
2		0.7*	0.35	50					4	120Г	201.14-10	60/125	6КО.347.306-01ТУ		LM124	
0.5		1*	0.5	50					4	120Г	Н04.16-1В	60/125	6КО.347.306-04ТУ		LM124	
2		1*Г	0.5	50					4	120Г	2102.14-2	45/100	6КО.348.651 ТУ		LM124	
2		0.7*Г	0.35	50					4	110Г	2102.14-2	45/100	6КО.348.651 ТУ		LM124	
									4		201.14-10		6КО.348.651-06ТУ		LM124	
									4		201.14-10		6КО.348.651-06ТУ		LM124	
10			>0.25						1-20	4	110Г	2103.16-3	10/70	6КО.348.651-02ТУ		LM346
		2.5*	10	50					4	100	201.14-10	60/125	6КО.347.306-02ТУ		LF147	
		2.5*Г	10Г						4		2102.14-2	10/70	6КО.348.651-06ТУ		LF147	
		2.5*Г	10Г						4		201.14-10	10/70	6КО.348.651-03ТУ		LF147	
2		1*Г							1+1		2101.8-1	10/70	6КО.348.651-07ТУ		LM392	
15							пр								LM392	
2			25	5					1	-	301.8-2	60/85	6КО.347.289ТУ		EK-41	
2	25	10Г	10	1.8Г	0.35				1	-	301.8-2	60/85	6КО.347.289ТУ		EK-41	
2	25	10Г	10	5пр	10*			250-1000	1	-	301.8-2	45/85	6КО.348.738 ТУ		EK-41	
2	25	10Г	10						1	-	2101.8-1	45/70	6КО.348.738 ТУ		EK-41	
2		3	0.5	15	0.1*			0.1-1000	1	-	301.8-2	60/85	6КО.348.725 ТУ			
2		3	0.5	15	0.1*			0.1-1000	1	-	2101.8-1	60/85	6КО.348.725 ТУ			
2		3	5	2.5пр	1*			10-150	1	-	301.8-2	60/85	6КО.347.289 ТУ			
2			5	3 пр	1*			10-150	1	-	301.8-2	60/85	6КО.348.738 ТУ			
2			5	3 пр	1*			10-150	1	-	2101.8-1	60/85	6КО.348.738 ТУ			
2		1*	1	7.5	10*			5-100	4	80Г	4308.16-1	10/70	6КО.348.899 ТУ			
2		1*	1	7.5	10*			5-100	4	80Г	4308.16-1	10/70	6КО.348.899 ТУ			
5		0.8*	2						1	-	201.14-10	60/125	6КО.347.299-01ТУ		LM143	
5		0.5*	1.5	22Г	0.2Г				1	-	201.14-10	10/70	6КО.348.666 ТУ		LM143	
5		0.5*	1.5	22Г	0.2Г				1	-	201.14-1	10/70	6КО.348.666 ТУ		LM143	
2		0.55*	0.3						2						μA747	
		4.5*	5						1	-	3101.8-2.02	45/85	6КО.348.722 ТУ		CA3140	
		4.5*	1						1	-	3101.8-2.02	45/85	6КО.348.722 ТУ		CA3140	
									1	-	3101.8-2.02	45/85	6КО.348.722 ТУ		CA3140	
									1	-	3101.8-2.02	45/85	6КО.348.722 ТУ		CA3140	
		4.5*	5						1	-	2101.8-1		6КО.348.722 ТУ		CA3140	
		4.5*	1						1	-	2101.8-1		6КО.348.722 ТУ		CA3140	
									1	-	2101.8-1		6КО.348.722 ТУ		CA3140	
									1	-	2101.8-1		6КО.348.722 ТУ		CA3140	
									1	-	2101.8-1		6КО.348.722 ТУ		CA3140	
		20	7	3					4		402.16-6	60/125				
									4		Н04.16-1В	45/85				

пр - примечание по наименованию прибора
 Напряжение шума приведенное ко входу U_{ш.вх} нормируется в полосе частот 0,1-10 Гц, если не указано иначе
 Время установления выходного напряжения t_{уст} в режиме повторителя нормируется для точности 0,1%. Для точности 0,05% значение дополняется звездочкой *
 Г - при коротком замыкании по выходу (как правило на землю)
 Г - типовое значение
 * - в пустой графе для f_г (частота единичного усиления) означает наличие внутренней частотной коррекции, позволяющей охватывать усилитель полной ОУС
 * - в графе f₀ - частоты сопряжения шумов вида 1/f, обозначает частоту нормирования спектральной плотности напряжения шума

Классификация	Прибор	Входной каскад	I _{упр} , мКА	K _{y,у} , тыс.	U _{см} , мВ	ΔU _{см} /ΔT, мкВ/°С	I _{вх} , нА	ΔI _{вх} , нА	ΔI _{вх} /ΔT, нА/°С	±U _{пл.ном} , В±%	K _{вл.ип} , мкВ/В, дБ*	Диапазон ±U _{пл} , В	I _{плот} , мА	R _{вх} , МОм	±U _{вх.сф} max, В	K _{ос.сф} , дБ	±U _{вх.диф} max, В	±U _{вых.max} , В	R _{вых} , Ом	I _{вых.max} , мА
А	1417УД6А	-	70	5		0.5	0.25		15	100		3.8		11	80		11.5			
	1417УД6Б	-	50	8		0.5	0.25		15	100		3.8		11	70		11.5			
	1417УД64Б	-	70	5	20	0.5	0.25		15	100		3.8		11	80		11.5			
	1417УД64А	-	50	8	60	0.5	0.25		15	100		3.8		11	70		11.5			
	М1417УД20	-	50	5		2	1		15				3.8				11			
	1417УД29А	-	70	5		0.5	0.25		15	100		3.8		11	80		11.5			
В	1419УД1	-	10	7.5		1000	500		15			12		5	5		10			
	Н1420УД1	-	0.35	5	18	10000	1500		+9/-6			25	0.25	6	60	2.6	2.8			5
	1422УД1	-	50	5		500	200		15			20		50		10				1000
	К1423УД1	МОП	пр	10	15		0.05	0.03		5		1-5.5	1	Un-1.2пр	70	Un-0.3	4.5			
	1423УД2А	МОП	-	20	2	25	0.04	0.02		5		0.9-5.5	0.2x2	Un-1.2пр	76	Un-0.3	4.5			
	1423УД2Б	МОП	-	10	5	25	0.04	0.02		5		0.9-5.5	0.2x2	Un-1.2пр	70	Un-0.3	4.5			
D	КР1426УД1		пр	60	3		2000	400		18±10		6-20	5	2Un-4	80	2Un-4	Un-2		45	
	1433УД1		-	15	5	20	15000	4000		15			25		74	6	5			
	КИ1433УД1		-	30	2					15			20				10			
E	КР1434УД1А		-	20	3	30	500	150	0.2	15	50	2-18	6.8	0.8Un	70	Un				
	КР1434УД1Б		-	20	3	30	200	50		15		2-18	6.8	0.8Un	70	Un				
	КР1434УД1В		-	20	5	50	500	150		15		2-18	6.8	0.8Un	70	Un				
F	КР1435УД1	Норт	-	3	-	-	50	30		15		+(4-33)	7.5				12.5			
	КР1435УД2		-	50	5		100	25		15		+(4-33)	3				12.5			
	КР1435УД3		10	100	5		50	20		15		5-15	1.5				12			
	КР1435УД4		-	30	7.5		0.2	0.1		15		1.5-15	11				10			
G	LM324 УА01УД01		-							+1.6										

** - в графе f₁ - частоты единичного усиления, обозначает частоту среза с использованием внешней частотной коррекции
 1423УД1 - ОУ управляемый напряжением; номинал последовательно подключенного резистора ко входу напряжения управления - 100 кОм; диапазон напряжений на входе управления от -0,8 В до +0,8 В
 1423УД1, 1423УД2 - при U_{пл} < 1,5 В следует выполнять соотношение U_{вх.сф} < 0,1 U_{пл}

1426УД1 - типовой номинал резистора управления, подключаемого параллельно внутреннему токозадающему резистору 300 Ом; диапазон значений данного резистора не ограничен
 зв - для 1426УД1 параметр нормируется в полосе частот 20 - 22500 Гц
 Норт. - входной каскад выполнен по схеме Нортона

Классификация	R _{Н min} , кОм	C _{Н max} , пФ	f ₁ , f* _{срз} , МГц	V _{Увых max} , В/мкс	E _п , R _г =0, нВ/√Гц	f _о , кГц	U _{ш.вх} при R _г =0, мкВ	t _{уст} , мкс	Диапазон I _{упр} , мКА	Число в корп.	Коэф. разд. канал, дБ	Тип корпуса	Диап. раб. темп., -/+°С	Технические условия	Заводы изготовители	Прототип (Аналог)
А	2		1	2.5					-	1	-	301.8-1		БКО.347.644-03ТУ	⊕	
	2		1	1.5					-	1	-	301.8-1		БКО.347.644-03ТУ	⊕	
	2		1	2.5					-	1	-	401.14-5	60/100	БКО.347.644-03ТУ	⊕	
	2		1	1.5					-	1	-	401.14-5	60/100	БКО.347.644-03ТУ	⊕	
	2								-	2	85	201.14-10		БКО.347.644-03ТУ	⊕	
	2		1	2.5					-	1	-	301.8-1		БКО.347.644-03ТУ	⊕	
В	2		1	1.5					-	1	-	301.8-1		БКО.347.644-03ТУ	⊕	
	2		1	1.5					-	1	-	301.8-1		БКО.347.644-03ТУ	⊕	
	2		1	2.5					-	1	-	401.14-5	60/100	БКО.347.644-03ТУ	⊕	
	2		1	1.5					-	1	-	401.14-5	60/100	БКО.347.644-03ТУ	⊕	
	5		10	30					-	1	-	4112.16-3	60/125	БКО.347.527-01ТУ	⊕	
	10		110	280	8			0.065	-	1	-	Н04.16-2В	60/85	БКО.347.535-01ТУ	-	
C		300	1	0.6					-	1	-	4116.8-3	60/125	БКО.347.565 ТУ	◇	μА791
	100	100	0.48*	0.16					пр	1	-	3101.8-2.02	45/85	БКО.348.955 ТУ	◇	ICL7612
	1000	100	*						-	2		3101.8-2.02	60/125		◇	ICL7621
	100	100	0.48*						-	2		3101.8-2.02	60/125		◇	ICL7621
D																
	10		3	5			140зв		пр	2	60	201.14-1	10/70	БКО.349.004 ТУ	⊕	NJM2043
			150	160			0.07		-	1	-	2102.14-3	60/125		⊕	HA5190
E			120*	200			0.07/0.1*		-	1	-				⊕	HA5195
	2		1	0.5				1.5		2	80	201.14-1	25/70		⊕	157УД2
	2		1	0.5				2.0		2	80	201.14-1	25/70		⊕	157УД2
F	2		1	0.5						2	80	201.14-1	25/70		⊕	157УД2
	5		2.5	1						4		201.14-1	10/70	ШЖКГ.431136.028 ТУ	⊕	LM3900
	2		0.8	0.7						4		201.14-1	10/70	ШЖКГ.431136.029 ТУ	⊕	LM324
	2									4		2103.16-6	10/70	ШЖКГ.431136.029 ТУ	⊕	LM346
G	2		2.5	10						4		201.14-1	10/70	ШЖКГ.431136.031 ТУ	⊕	LF347
	2									4		201.14-1			⊕	LM324
										1	-	2101.8-1			⊕	OP-90

пр - примечание по наименованию прибора
 Напряжение шума приведенное ко входу U_{ш.вх} нормируется в полосе частот 0,1-10 Гц, если не указано иначе
 Время установления выходного напряжения t_{уст} в режиме повторителя нормируется для точности 0,1%. Для точности 0,05% значение дополняется звездочкой *
 кз - при коротком замыкании по выходу (как правило на землю)

t - типовое значение
 * - в пустой графе для f₁ (частота единичного усиления) означает наличие внутренней частотной коррекции, позволяющей охватывать полной ООС
 * - в графе f_о - частоты сопряжения шумов вида 1/f, обозначает частоту нормирования спектральной плотности напряжения шума

ФИРМЫ ПРОИЗВОДИТЕЛИ

Нач. буквы в наим. ОУ	Название фирмы
AD	Analog Devices, Inc.
CA	RCA Corp.
EK	Honeywell Inc./Solid State Electronic Center
HA	Harris Semiconductor
ISL	Intersil, Inc.
L	SGS-Thomson Microelectronics

Нач. буквы в наим. ОУ	Название фирмы
LF, LM	National Semiconductors Corp.
MC	Motorola Semiconductor Products, Inc.
NJM	New Japan Radio Co., Ltd
OP	Precision Monolithics, Inc. (Analog Devices)
TL	Texas Instruments, Inc.
μА	Fairchild Semiconductor Corp. (National Semiconductors)

Цоколевки, схемы включения, типовые зависимости и такие параметры ОУ как: диапазон сопротивлений резистора балансировки напряжения смещения, допустимая рассеиваемая мощность, время короткого замыкания по выходу не приводящее к деградации параметров прибора и др. можно найти в первом и последующих томах "Операционные усилители", выпускаемых нашей фирмой.



Внимание !

В Фирме “ДОДЭКА” действует отделение по продаже интегральных микросхем

- Принимаются заказы на любые ИС.
- Производится оптовая и розничная торговля изделиями ПО “КВАЗАР”. Ориентировочные сроки поставки - 2 недели.
- Производится оптовая и розничная торговля изделиями ПО “ФОТОН”. Цены ниже заводских. Ориентировочные сроки поставки - 2 недели.

**Торговля производится за наличный и безналичный расчет
Заказы принимаются непосредственно в офисе Фирмы, либо по тел. 236-44-78**

Вниманию наших читателей!

Идя навстречу многочисленным пожеланиям, мы приняли решение расширить перечень изданий, предлагаемых нашей Фирмой. Считаем целесообразным познакомить Вас с книгами интересными, на наш взгляд, для специалистов-электронщиков.

1. “Источники вторичного электропитания” выпуски 1 (160с.) и 2 (170с.) стоимость - 2900 и 5700 рублей (соответственно).
2. Справочник-каталог “Ферриты”, (212с.), стоимость 6500 руб.
3. “Методика проектирования помехоподавляющих фильтров”, (180с.) стоимость 3900 руб.
4. Справочник-каталог по номенклатуре изделий, выпускаемых ОКБ “Элтом” ПО “ТОР”
 - “Интегральные микросхемы”, (106с.) стоимость 7500 руб.
 - “Выпрямительные диоды”, (66с.) стоимость 5300 руб.
 - “СВЧ-диоды”, (68с.) стоимость 1700 руб.
5. Справочник-каталог “Интегральные микросхемы” АП “Кремний”, в двух книгах, (около 400с.) стоимость 13500 руб.
6. Экспресс-информация “Электропитание”, вып. 1-3, стоимость 2400 руб.

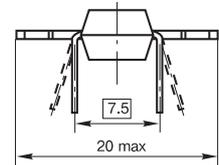
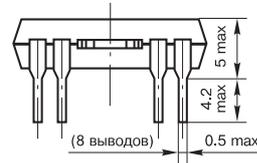
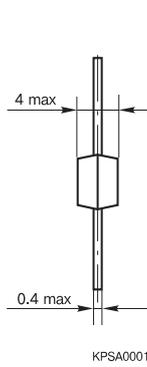
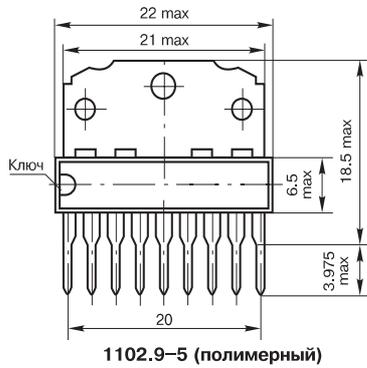
Цены даны без учета НДС и спецналогов.

Для получения литературы Вам необходимо перечислить требуемую сумму на наш расчетный счет, указав при этом перечень заказанной литературы. При необходимости литература будет выслана Вам почтой.

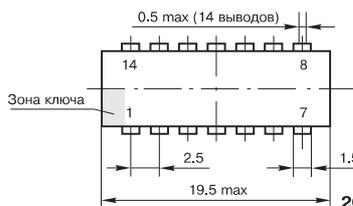
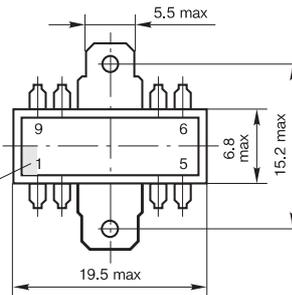
**р/с № 467508 в “Пресня-банке”
г.Москвы МФО 201144
к/с 422161300 в РКЦ КГУ ЦБ РФ
МФО 201791**

**113162 Москва, ул. Мытная,
д. 46/5, офис 76
тел.: (095)236-44-78
факс: (095)236-44-65**

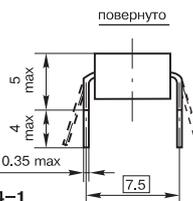
КОРПУСА ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ



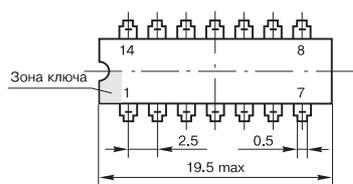
201.9-1 (полимерный)
KPSA0002



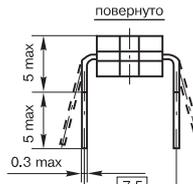
**201.14-1
201.14-2
(полимерный)**



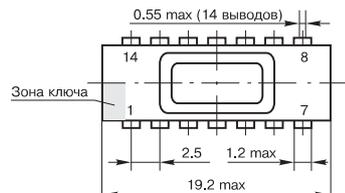
KPSA0001



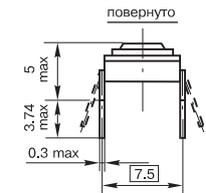
**201.14-8
(стеклокерамический)**



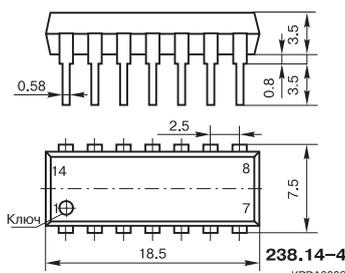
KPSA0001



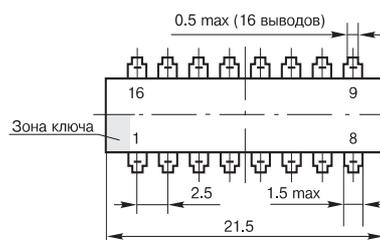
201.14-10 (металлокерамический)



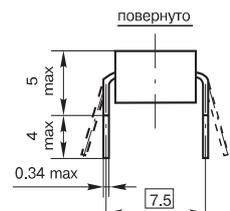
KPSA0002



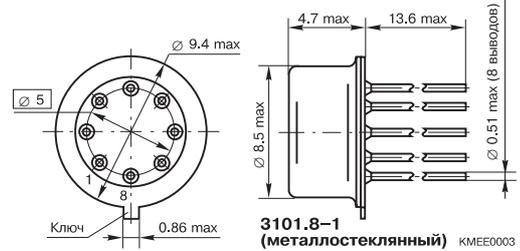
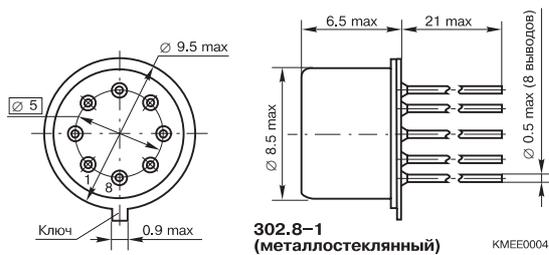
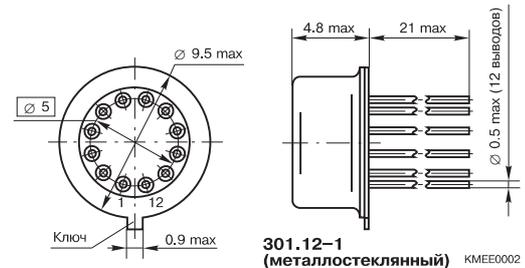
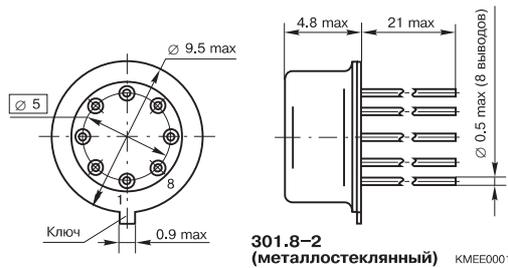
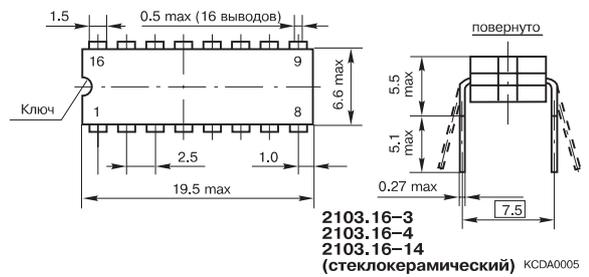
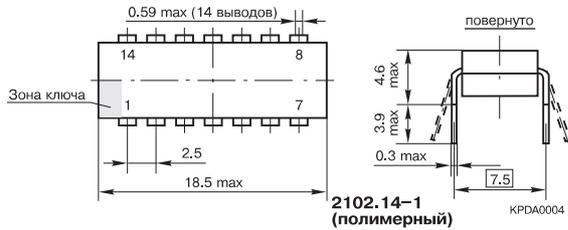
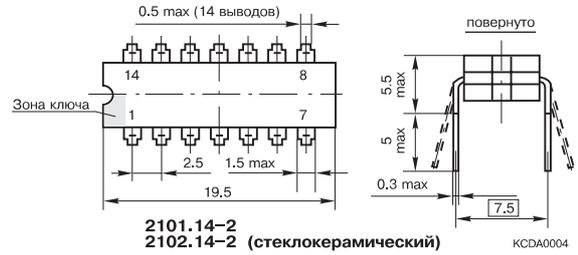
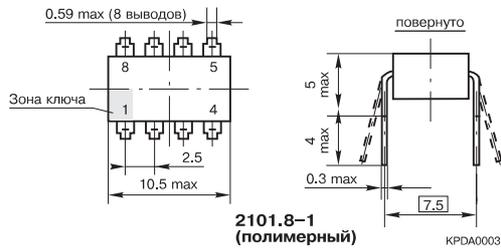
238.14-4
KPSA0006

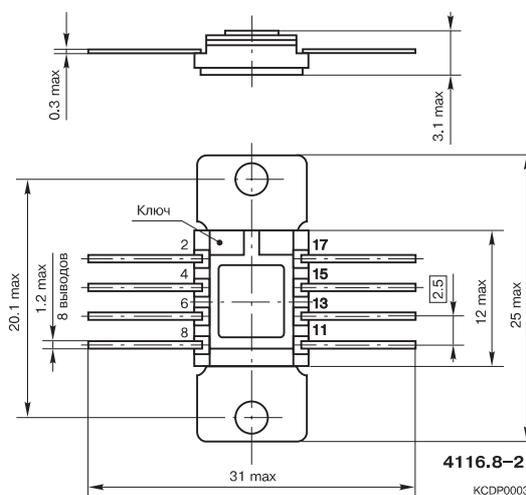
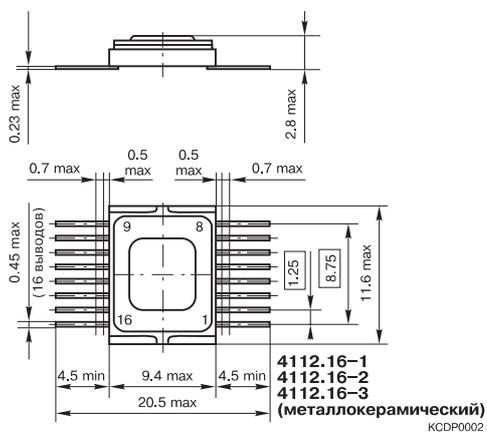
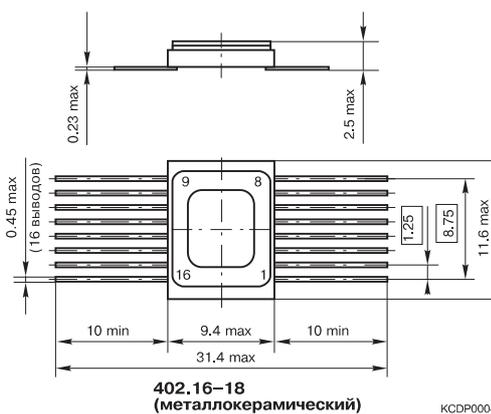
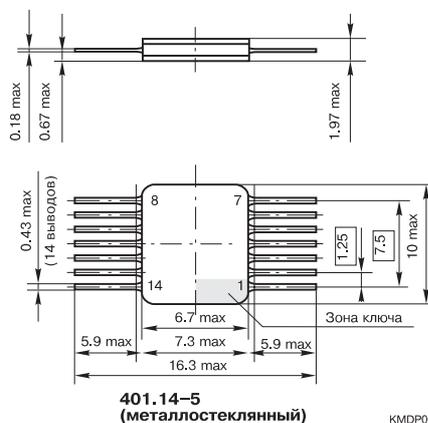
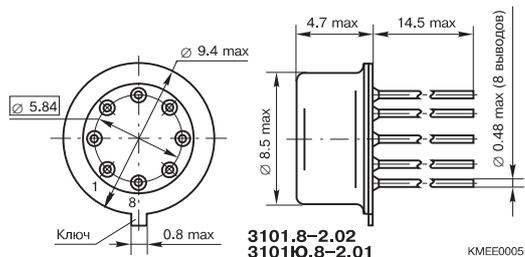


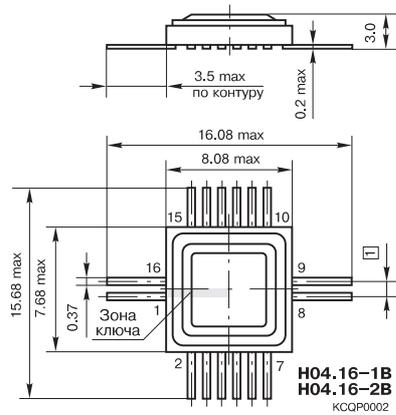
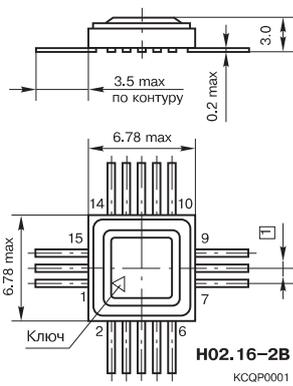
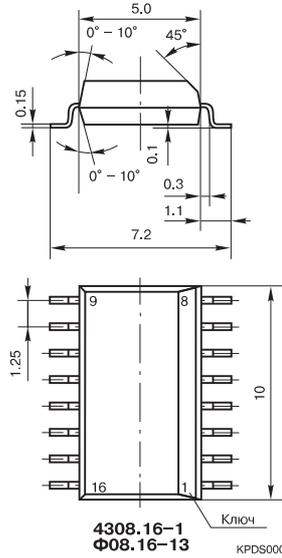
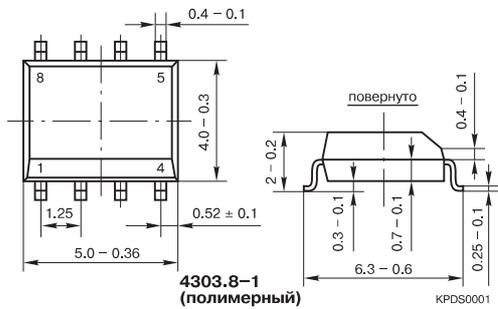
**238.16-2
(полимерный)**



KPSA0005







ЗАВОДЫ-ИЗГОТОВИТЕЛИ ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

	<p>АО "АЛЬФА" LV1006, ЛАТВИЯ, Рига, Бривибас, 372 (013-2)52-00-39</p>		<p>з-д "МИКРОН" 103460, РОССИЯ, Москва, Зеленоград (095)536-80-70</p>
	<p>АО "ВОСХОД" 248014, РОССИЯ, Калуга, Грабцевское ш, 60а (084-22)3-58-63</p>		<p>ГП "НУКЛОНАС" 235419, ЛИТВА, Шауляй, Архитекту, 1 (012-14)5-11-31</p>
	<p>НПП "ВОСТОК" 630075, РОССИЯ, Новосибирск, Дуся Ковальчук, 276 (383-2)28-70-48</p>		<p>ПО "ОРБИТА" 430904, РОССИЯ, Саранск, П/О Ялга (834-22)3-96-52</p>
	<p>з-д "ГРАВИТОН" 274031, УКРАИНА, Черновцы, Русская, 248 (037-22)2-20-77</p>		<p>ПО "ПОЛЯРОН" 290619, УКРАИНА, Львов, Угорская, 14 (032-2)42-60-29</p>
	<p>з-д "КВАДР" 251080, УКРАИНА, Борзна, Черниговской обл. (046-53)2-12-75</p>		<p>Концерн "РОДОН" 284021, УКРАИНА, Ивано-Франковск, Вовчинецкая, 225. (034-00)9-32-56</p>
	<p>ПО "КВАЗАР" 252136, УКРАИНА, Киев, Северо- Сырецкая, 3 (044)433-89-44</p>		<p>ГАО "ТОНДИ ЭЛЕКТРОНИКА" ЕЕ0107, ЭСТОНИЯ, Таллинн, Пярнуское ш., 13. (014-2)55-08-60</p>
	<p>Киевский НИИ Микроприборов (КНИИМП) 252136, УКРАИНА, Киев, Северо- Сырецкая, 1 (044)434-88-48</p>		<p>з-д "ЭКСИТОН" 142500, РОССИЯ, М.О. Павловский Посад, Интернациональная, 34 (243)2-40-02: (243)7-07-71</p>
	<p>з-д "КОНТИНЕНТ" 322451, УКРАИНА, Зеленодольск, Днепропетровской обл. (056-56)6-23-53</p>		<p>ПО "ЭЛЕКС" 601600, РОССИЯ, Александров, Владимирской обл., Институтская, 3 (092-44)9-55-31</p>

ДЛЯ ВАШЕГО
АВТОМОБИЛЯ!



ДЕЛЬФИН®

**ОБЪЕМНЫЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ
ДАТЧИК
МТИ-8 "ДЕЛЬФИН"**

"Дельфин" в режиме "Охрана" немедленно включает сигнал тревоги при:

- открывании любой из дверей, форточек или люка в крыше;
- разбивании или попытке кражи любого стекла салона;
- просовывании руки в любую неполностью прикрытую форточку;
- при попытке кражи предметов из салона;
- возгорании в салоне автомобиля.

Малое потребление (10 мА), простота подключения (3 провода) и стандартный выходной сигнал "Тревога" (замыкание на массу) позволяют использовать "Дельфин" с любой выпускаемой автомобильной сигнализацией.

Тел. (095) 368-54-01 (с 13 до 17 ч.), 148-71-88, 944-20-25.

Факс: (095) 236-44-65.



научно-технический центр

"ЭЛЕКТРОН-СЕРВИС"

- Ремонт, сервисное и гарантийное обслуживание персональных IBM-совместимых компьютеров
- Персональные компьютеры PC-AT-286, 386, 486 и комплектующие к ним
- Оборудование для локальных сетей и их установка под ключ (генерация)
- Изменение конфигурации компьютера по желанию заказчика
- Мини-АТС, радиостанции, телефонные аппараты
- Русификация всех видов принтеров
- Оборудование фирмы COOPER
Паяльные станции WELDER,
Намоточный инструмент WIRE-WRIPE,
Монтажный инструмент XCELITE
- Блоки бесперебойного питания
- Импортная многослойная бумага от 1+1 до 1+5 для матричных принтеров любого формата
- Кабельная продукция связи

Адрес для корреспонденции:

105037 Москва, 1-Парковая, 12
Тел.: (095)163-12-49, 163-03-80, 163-03-88
Факс: (095)367-18-18

Гарантия на все оборудование и выполняемые работы

ПЛАТАН

Электронные компоненты

129110, Россия, Москва, Проспект Мира, 50

тел. 095-2881901 факс. 095-2881456

Уважаемые Господа!

Приглашаем Вас к сотрудничеству.

Наша фирма специализируется на поставках отечественных и зарубежных электронных комплектующих изделий. На нашем складе всегда поддерживается ассортимент из более чем 2,5 тысяч наименований компонентов.

Вашему вниманию предлагается краткий перечень нашей продукции. Полный прайс-лист высылается по почте по Вашему требованию. Наши цены конкурентоспособны и часто ниже заводских.

N	Наименование	N	Наименование
1.	Операционные усилители серий: 140, 1401, 1407, 157, 544, 551, 553, 574, 1435	9.	Оптоэлектронные приборы, светодиоды, светодиодные матрицы: АЛ307, АЛС314, АЛС324, АЛС318 и др.
2.	Микропроцессоры и микро-ЭВМ серий: 580, 1810, 1816, 1818, 1820, 1821, 1830, 1835, 1858, 1853, Z-80	10.	Компараторы напряжения: 521, 554, 597
3.	Логические микросхемы серий: 155, 555, 1533, 561, 176, 514, 564, 590	11.	Транзисторы, транзисторные сборки, диоды, стабилизаторы, тиристоры - широкий выбор
4.	Микросхемы для телевизоров и видеоманитофонов: 174, 157, 1005, 1021, 1043, 1051, 1506 и др.	12.	Конденсаторы типа: КМ4, КМ5, КМ6, К10-17, К73-17, К50-35; широкий выбор номиналов
5.	ПЗУ, ОЗУ серий: 573, 565, 537 и др.	13.	Резисторы постоянные: С1-4(0.125Вт), полный ряд Е24; подстроечные: СП3-19, СП3-38 и др.
6.	ЦАП и АЦП серий: 572, 1107, 1108, 1113 и др.	14.	Установочные изделия: разъемы, переключатели, панели, кнопки, кварцевые резонаторы и проч.
7.	Микросхемы для телефонии: 1008, 1089 и др.	15.	Разное: дискеты, калькуляторы, сетевые шнуры и проч.
8.	Стабилизаторы серий: 142, 1133, 1114, 1157, 1168		

Покупателей мы обслуживаем по адресу: 129110, Москва, проспект Мира 50, комн. 5 (рядом с метро "Проспект Мира"). Здесь Вы можете приобрести продукцию со склада за наличный расчет, выписать счет на предоплату, заключить контракт на поставку, получить консультацию. По факсу 288-1456 или по почте можно сделать заявку, получить счет, прайс-лист. Модемная связь: BBS. Platan 2400/MNP5 тел. (095) 288-2310 с 18.00 до 9.00

Продукция нашей фирмы представлена также в специализированном отделе магазина "Видеоцвет" по адресу: Москва, проспект Вернадского 39 (метро "Проспект Вернадского")

С уважением,

В.А. Йовчик, президент

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев А.Г., Войшвилло Г.В. Операционные усилители и их применение. – М.: Радио и связь, 1989. - 120с., ил.
2. ANALOG DEVICES. Amplifier Reference Manual, 1992.
3. Аналоговые интегральные микросхемы: Справочник /Б.П.Кудряшов, Ю.В.Назаров, Б.В. Тарабрин, В.А.Ушибышев. - М.: Радио и связь, 1981. - 160с., ил.
4. Атаев Д.И.О., Болотников В.А. Аналоговые интегральные схемы для бытовой радиоаппаратуры: Справочник. – М.: Изд-во МЭИ, 1991. – 240с., ил.
5. Интегральные микросхемы: Взаимозаменяемость и аналоги: Справочник /М.А.Бедрековский, А.А.Косырбасов, П.П.Мальцев. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 272с., ил.
6. Вениаминов В.Н., Лебедев О.Н., Мирошниченко А.И. Микросхемы и их применение: Справ. пособие.– 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1989. – 240с., ил.
7. Горшков Б.И. Радиоэлектронные устройства:Справочник. М.: Радио и связь, 1984. - 400с., ил. МрБ Вып.1076
8. ГОСТ 17467 Микросхемы интегральные. Корпуса. Типы и размеры.
9. ГОСТ 18421-73 Усилители операционные. Термины и определения.
10. Гутников. Интегральная электроника в измерительных устройствах. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат. Ленинград. отд-ние, 1988. – 304с., ил.
11. Достал И. Операционные усилители: Пер. с англ. - М.:Мир, 1982. - 512с.,ил.
12. Текст лекций по курсу “Измерительные преобразователи. Решающие усилители.” Желбаков И.Н. / Под ред. В.Ю.Кончаловского. - М.:Моск. энерг. ин-т,1987. 48с.
13. Коломбет Е.А., Юркович К., Зодл Я. Применение аналоговых микросхем. – М.: Радио и связь, 1990. – 320с., ил.
14. Матавкин В.В. Быстродействующие операционные усилители. М.: Радио и связь, 1989. - 128с.,ил.
15. Зарубежные интегральные микросхемы для промышленной электронной аппаратуры: Справочник /А.В.Нефедов, А.М.Савченко, Ю.Ф.Феокистов/ Под ред.Ю.Ф.Широкова. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 288с., ил.
16. Микросхемы для бытовой радиоаппаратуры: Справочник/ И.В.Новаченко, В.М.Петухов, И.П.Блудов, А.В.Юрский. - М.:Радио и связь,1989. - 384с., ил.
17. Нефедов А.В., Аксенов А.И. Элементы схем бытовой радиоаппаратуры. Микросхемы. Часть 1: Справочник. - М.: Радио и Связь. 1993. - 240., ил. - (Массовая радиобиблиотека. Вып. 1193).
18. Precision Monolithic Inc. Data Book, 1990.
19. Интегральные микросхемы: Справочник /Б.В.Тарабрин, Л.Ф.Лушин, Ю.Н.Смирнов и др.; Под ред. Б.В.Тарабрина. – 2-е изд., испр. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 528с., ил.
20. Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы: Справочник /С.В.Якубовский, Л.И. Ниссельсон, В.И. Кулешова и др.; Под ред. С.В.Якубовского. – М.: Радио и связь, 1990. - 320с., ил.

СОДЕРЖАНИЕ

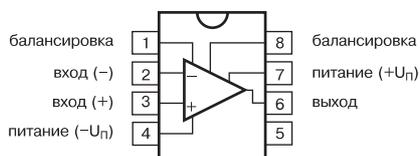
Это полезно прочитать	3
Перечень операционных усилителей	4
Основные понятия, термины, определения	7
Измерение параметров операционных усилителей	11
Обозначение операционных усилителей	14
Классификация операционных усилителей	15
Таблица с техническими характеристиками операционных усилителей	20
Корпуса операционных усилителей	37
Заводы-изготовители операционных усилителей	41

Список опечаток, замеченных в томе 1 "Операционные усилители"

В томе 1 "Операционные усилители" были замечены следующие неточности и опечатки:

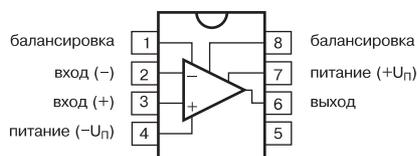
- стр. 17 – не указано, что разработчиком ОУ типа OP-07 является фирма Precision Monolithic Inc., а ОУ типа LM 346 – National Semiconductor Corp.
- стр. 32 – на графиках Типовых рабочих характеристик $I_{ВХ}$ и $\Delta I_{ВХ}$ имеют размерность пА (указано нА, что неверно).
- стр. 34 – в схеме включения неинвертирующего усилителя надо заменить R2 на R3, а R3 на R2.
- стр. 46 – график зависимости напряжения смещения от напряжения питания в Типовых рабочих характеристиках следует заменить на приводимый ниже.
- стр. 73 – в таблице "Электрические параметры" в пятой строке снизу следует читать "Рабочий диапазон напряжений питания".
- стр. 81 – для корпуса 3101.8-1 ключ расположен напротив вывода 8, а не вывода 1. Вывод "Балансировка", подсоединенный к 5-у выводу корпуса 2101.8-1 (КР140УД25), должен быть подсоединен к выводу 1 (т.е. аналогично корпусу 3101.8-1 для К140УД25).
- стр. 87 – для корпуса ТО-99 ключ расположен напротив вывода 8, а не вывода 1.
- стр. 101 – для корпуса 3101.8-1 ключ расположен напротив вывода 8, а не вывода 1. Вывод "Балансировка", подсоединенный к 5-му выводу корпуса 2101.8-1 (КР140УД26), должен быть подсоединен к выводу 1 (т.е. аналогично корпусу 3101.8-1 для К140УД26).

на стр. 81



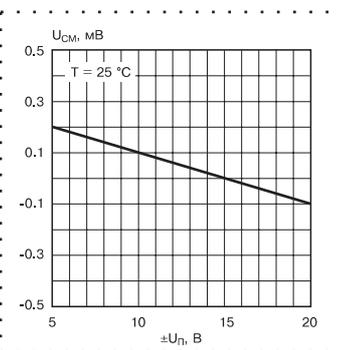
КР140УД25

на стр. 101



КР140УД26

на стр. 46



отрежьте и вложите в том 1

