

А.І. СЕМЕНКО

Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна», м. Київ

Н.І. БОКЛА

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

К.О. ДОМРАЧЕВА, Є.О. ШЕСТОПАЛ

Державний університет телекомунікацій, м. Київ

ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНА СИСТЕМА З ПОКРАЩЕНИМ ПРИЙМАННЯМ АМПЛІТУДНО-МАНІПУЛЬОВАНОГО СИГНАЛУ

У статті розглядається телекомунікаційна система з амплітудно-маніпульованим сигналом. Пропонується створити в складі сигналу синхронізації, який формується в передавачі, тестовий імпульс з максимальною амплітудою. В приймачі з використанням тестового імпульсу здійснюється автоматичне встановлення максимального значення вхідного сигналу на вході вирішуючого пристрою, що забезпечує покращене приймання всіх рівнів амплітудно-маніпульованого сигналу.

Ключові слова: телекомунікаційна система, амплітудно-маніпульований сигнал, передача даних.

A. SEMENKO

Open University of Human Development "Ukraine". Institute of Computer Technologies

N. BOKLA

National University of Lviv Polytechnic

K. DOMRACHEVA, I. SHESTOPAL

State University of Telecommunications

TELECOMMUNICATION SYSTEM WITH IMPROVED RECEPTION OF AM SIGNAL

A telecommunication system with AM signal is considered in this article, which, for example, is used to create the equipment for colour television technology VSB (Vestigial sideband). In this system, the signal is taken from different levels of the maximum amplitude and other values in accordance with the signal amplitude depending on the radio channel conditions. To ensure signal processing at maximum signal levels it is proposed to create as part of a clock signal, which is formed in the transmitter, test pulse with the maximum amplitude. In receiver using test pulse automatic maximum input signal is performed at the input of solving device that provides improved reception of all levels of amplitude-manipulated signal. Automatic control system is stable as a system of second order and at large factor in the transmission system disconnected state - not least 100 provide high-level control signal with the exact error up to 1%. Summing up the whole research, it is worth noting the following research results: 1. Thanks to the automatic control of the strengthening factor of the amplifier during the test pulse, a clear reception of the maximum values of the amplitude-manipulated signal was achieved. 2. The proposed method for improving the reception of amplitude-manipulated signal can be used during the construction of digital television systems using signals 2-VSB, 4-VSB, 8-VSB, 16-VSB and other telecommunication systems. The article deals with the telecommunication system with amplitude-manipulated signal, which, for example, is used for the creation of color TV equipment using VSB (Vestigial Side-Band) technology. In such a system, a signal with different levels of maximum amplitude and correspondingly other signal amplitude values depending on the state of the radio channel was received. In order to provide signal processing at maximum signal levels, it is proposed to create a test pulse with a maximum amplitude in the composition of the synchronization signal, which is formed in the transmitter.

Keywords: telecommunication system, amplitude-manipulated signal, data transmission.

Вступ. Однією із найважливіших характеристик телекомунікаційної системи (ТКС) вважається швидкість передачі інформації – пропускна здатність системи, яка визначається смугою пропускання радіоканалу Δf та кількістю позицій сигналу M [1, 2]:

$$C = \Delta f \log M . \quad (1)$$

При даній смузі пропускання радіоканалу, яка обмежується вимогами дефіциту частотного ресурсу, досягти бажаного результату з підвищеною пропускною здатністю системи можна шляхом збільшення кількості позицій амплітудно-маніпульованого сигналу (рис. 1). Такий метод, наприклад, використовується при побудові систем цифрового телебачення з багатопозиційною амплітудною маніпуляцією за технологією VSB (Vestigial Side-Band) (рис. 2), яка дозволяє підвищити швидкість передачі інформації без збільшення смуги пропускання радіоканалу [3].

При збільшенні кількості позицій може бути відчутним вплив завад, які завжди мають місце в радіоканалі. Тому важливо здійснити приймання сигналу при максимальному значенні рівнів багатопозиційного сигналу.

У статті розглядається телекомунікаційна система з амплітудно-маніпульованим сигналом, яка, наприклад, використовується при створенні обладнання кольорового телебачення за технологією VSB (Vestigial Side-Band). В такій системі приймається сигнал з різними рівнями максимальної амплітуди і відповідно інших значень амплітуди сигналу в залежності від стану радіоканалу. З метою забезпечення обробки сигналу при максимальних рівнях сигналу пропонується створити в складі сигналу синхронізації, який формується в передавачі, тестовий імпульс з максимальною амплітудою. В приймачі з використанням тестового імпульсу здійснюється автоматичне встановлення максимального значення вхідного сигналу на вході вирішуючого пристрою, що забезпечує покращене приймання всіх рівнів амплітудно-маніпульованого сигналу. Система автоматичного регулювання є стійкою як система другого порядку і при великому значенні коефіцієнта передачі системи в розімкненому стані – не менше 100 забезпечення високочастотного

регулювання рівня сигналу з точною помилкою до 1%.

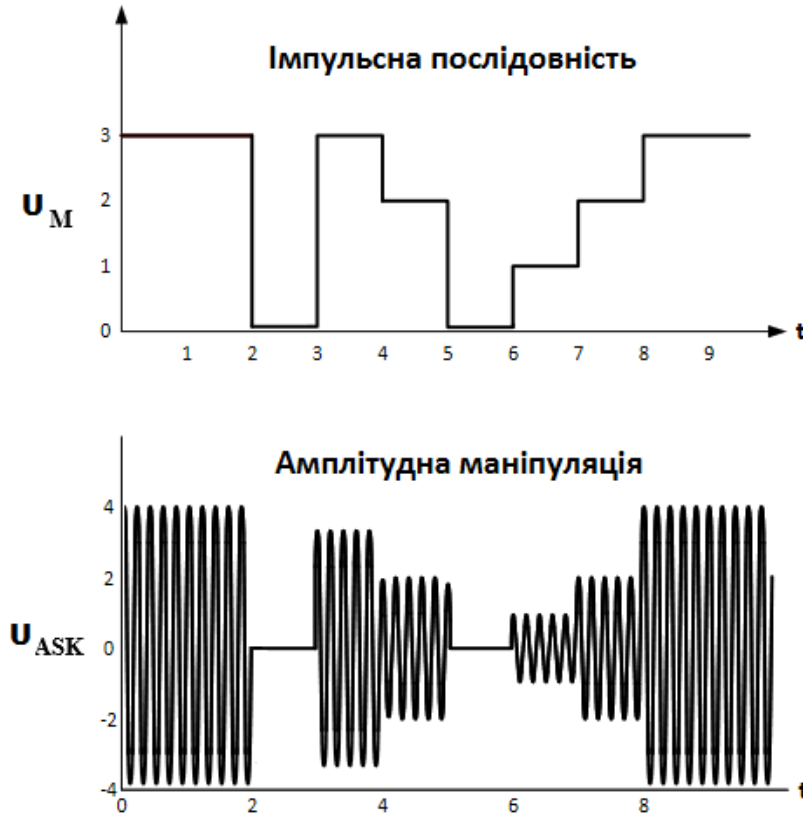


Рис. 1. Амплітудно-маніпульований сигнал: U_M – модулюючий відеосигнал; U_{ASK} – амплітудно-маніпульований радіосигнал

Запропонований метод покращення приймання може бути використаний при побудові систем цифрового телебачення з використанням сигналів 2-VSB, 4-VSB, 8-VSB, 16-VSB.

Метод покращення приймання амплітудно-маніпульованого сигналу. В роботі пропонується метод досягнення на вході вирішуючого пристрою приймача максимально можливого значення рівнів амплітудно-маніпульованого сигналу.

На рис. 2 наведена схема ТКС. В передавачі 1 формується сигнал, який передається до приймача 2 через канал 6. В пристрої формування сигналу 3 створюється сигнал з тривалістю циклу T_c , до складу якого входить сигнал синхронізації тривалістю T_c та корисний інформаційний сигнал тривалістю T_i (рис. 3). До складу сигналу синхронізації включається тестовий сигнал тривалістю T з максимальною амплітудою A .

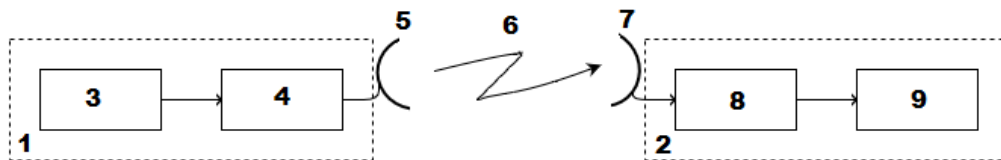


Рис. 2. Структурна схема ТКС: 1 – передавач; 2 – приймач; 3 – пристрій формування сигналу; 4 – підсилювач; потужності; 5, 7 – антени передавача та приймача, відповідно; 6 – радіоканал; 8 – пристрій обробки сигналу; 9 – демодулятор

В пристрої обробки сигналу приймача (рис. 4) з використанням сигналу помилки, що одержується в елементі порівняння 1, здійснюється автоматичне встановлення максимального рівня сигналу на вході вирішуючого пристрою 6, що відповідає максимальному значенню вхідної напруги. Для цього створюється замкнута система автоматичного регулювання коефіцієнта підсилення підсилювача 2, до складу якої також входять ланцюг зворотного зв'язку 3 та пристрій пам'яті сигналу керування 4. Система автоматичного регулювання буде структурно стійкою, як система другого порядку[4–6].

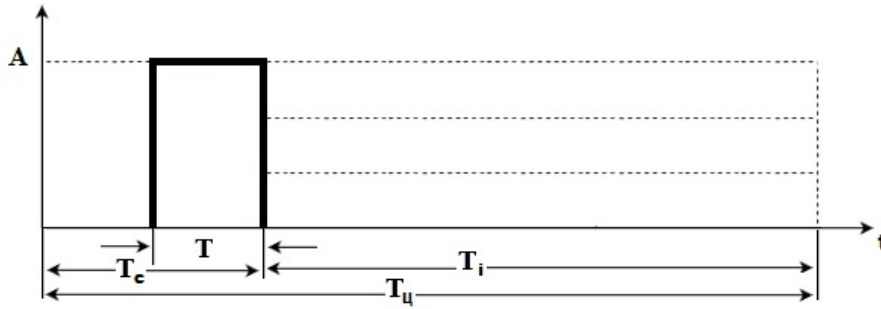


Рис. 3. Структура сформованого сигналу

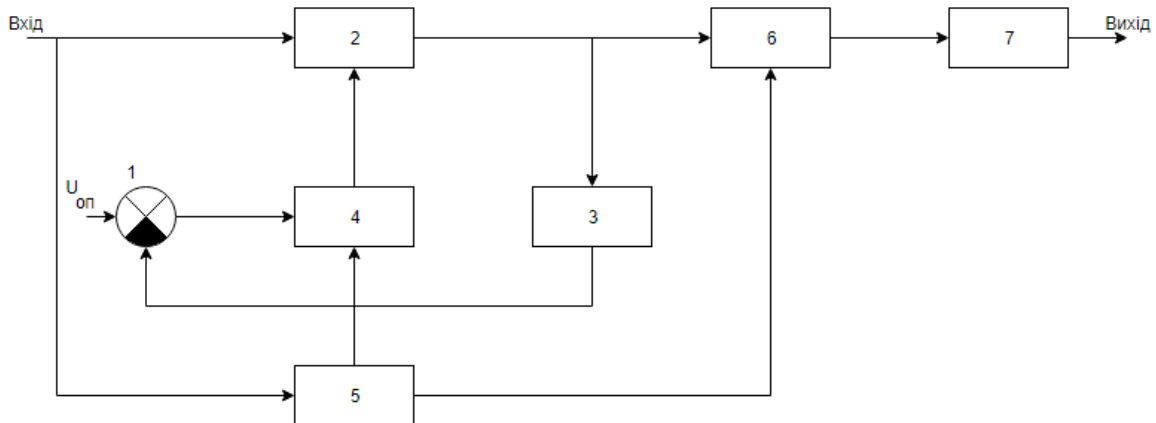


Рис. 4. Структурна схема пристрою обробки сигналу: 1 – елемент порівняння; 2 – підсилювач; 3 – ланцюг зворотного зв’язку; 4 – елемент пам’яті; 5 – пристрій синхронізації; 6 – вирішуючий пристрій; 7 – демодулятор

На рис. 5 наведена структурна схема системи автоматичного регулювання, до якої входять два аперіодичних ланцюга: ланцюг керування коефіцієнтом підсилення підсилювача з постійною часу T_1 та ланцюг зворотного зв’язку з постійною часу T_2 .

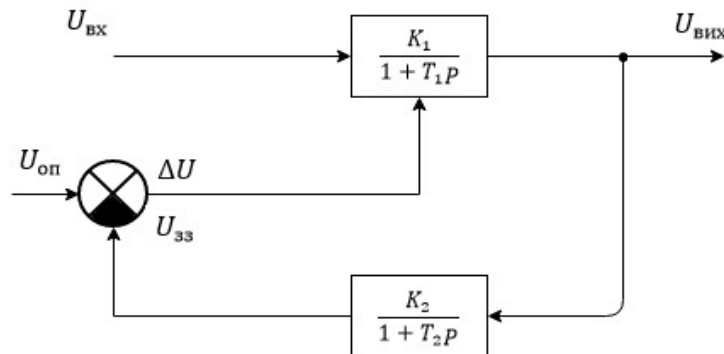


Рис. 5. Структурна схема системи автоматичного регулювання коефіцієнта підсилення підсилювача

Передавальна функція розімкненої системи автоматичної системи регулювання в операторній формі буде [3]

$$K_p(p) = \frac{K}{(1 + T_1 p)(1 + T_2 p)}, \tag{2}$$

де p – комплексна змінна, K – коефіцієнт передачі ланцюгів в статичному режимі.

$$K = K_1 K_2. \tag{3}$$

Остаточна помилка в системі, як в автоматичній системі, відповідно до передавальної функції за помилкою буде

$$\frac{\Delta U}{\Delta U_{поч}} = \frac{1}{1 + K}, \tag{4}$$

де $\Delta U_{поч}$ – початкова помилка в розімкненій системі.

Важливо, щоб коефіцієнт передачі розімкненої системи регулювання був не менший 100, що забезпечить помилку регулювання на рівні 1%. Для забезпечення потрібної швидкодії системи з огляду на здійснення регулювання сигналу протягом тривалості тестового імпульсу смуга пропускання розімкненої системи має бути не меншою $\Delta f_p = \frac{5}{T}$.

За час дії тестового імпульсу до закінчення тривалості циклу в системі буде здійснюватися чітке приймання всіх рівнів амплітудно-маніпульованого сигналу завдяки збереженню в пристрої пам'яті 4 величини сигналу керування на цей період та подачі до вирішуючого пристрою тактових сигналів від пристрою синхронізації 5. Після закінчення першого циклу почнеться процес синхронізації на другому і подальших інтервалах циклів з корекцією рівня керуючого сигналу в пристрої пам'яті.

Висновки

Отже, підсумовуючи вище викладене, варто відмітити наступні результати досліджень:

1. Завдяки автоматичному регулюванню коефіцієнта підсилення підсилювача на протязі одержаного тестового імпульсу досягається чітке приймання максимальних значень амплітудно-маніпульованого сигналу.

2. Запропонований метод покращення приймання амплітудно-маніпульованого сигналу може бути використаний під час побудови систем цифрового телебачення з використанням сигналів 2-VSB, 4-VSB, 8-VSB, 16-VSB та в інших ТКС.

Література

1. Мамчев Г.В. Основы радиосвязи и телевидения / Г.В. Мамчев. – М. : Горячая линия-Телеком, 2007. – 416 с.
2. Шинкарук О.М. Приймання та оброблення сигналів : навч. пос. / О.М. Шинкарук, В.І. Правда, Ю.М. Бойко. – Хмельницький : ХНУ, 2013. – 365 с. – ISBN 978-966-330-192-1.
3. Склиар Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение / Б. Склиар ; пер. с англ. – Изд. 2-е, испр. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2004. – 1104 с.
4. Теорія автоматичного управління / Г.Ф. Зайцев, В.К. Стеклов, О.І. Бріцький / за ред. Г.Ф. Зайцева. – К. : Техніка, 2002. – 688 с.
5. Бойко Ю. М. Проблеми синтезу пристроїв тактової синхронізації приймачів супутникових телекомунікаційних систем передачі інформації / Ю. М. Бойко, О. І. Єрьоменко // Вісник НТУУ КПІ. Телекомунікації, радіолокація і навігація, електроакустика. – К., 2014. – № 58. – С. 55–66.
6. Бойко Ю. М. Синтез і аналіз інформаційно-управляючих систем синхронізації засобів телекомунікацій / Ю. М. Бойко // Адаптивні системи автоматичного управління : міжвідом. науч.-техн. зб. / Нац. техн. ун-т України "Київ. політехн. ін-т ім. Ігоря Сікорського". – Київ, 2017. – Вип. 1'(30). – С. 8–28.

References

1. Mamchev H.V. Osnovy radiosv'язi y televideniya / H.V. Mamchev. – M. : Horiachaia lynyia-Telekom, 2007. – 416 s.
2. Shynkaruk O.M. Pryimannia ta obrobлення syhnaliv : navch. pos. / O.M. Shynkaruk, V.I. Pravda, Yu.M. Boiko. – Khmelnytskyi : KhNU, 2013. – 365 s. – ISBN 978-966-330-192-1.
3. Skliar B. Tsyfrovaia sv'яз. Teoretycheskye osnovy y praktycheskoe prymenenye / B. Skliar ; per. s anhl. – Yzd. 2-e, yspr. – M.: Yzdatelskyi dom «Vyliams», 2004. – 1104 s.
4. Teoriia avtomatychnoho upravlinnia / H.F. Zaitsev, V.K. Steklov, O.I. Britskyi / za red. H.F.Zaitseva. – K. : Tekhnika, 2002. – 688 s.
5. Boiko Yu. M. Problemy syntezu prystroiv taktovoi synkhronizatsii pryimachiv suputnykovykh telekomunikatsiinykh system peredachi informatsii / Yu. M. Boiko, O. I. Yeromenko // Visnyk NTUU KPI. Telekomunikatsii, radiolokatsiia i navihatsiia, elektroakustyka. – K., 2014. – 58. – S. 55–66.
6. Boiko Yu. M. Syntez i analiz informatsiino-upravliaiuchykh system synkhronizatsii zasobiv telekomunikatsii / Yu. M. Boiko // Adaptivni systemy avtomatychnoho upravlinnia : mizhvidom. nauch.-tekhn. zb. / Nats. tekhn. un-t Ukrainy "Kyiv. politekhn. in-t im. Ihoria Sikorskoho". – Kyiv, 2017. – Vyp. 1(30). – S. 8–28.

Рецензія/Peer review : 15.11.2017 р.

Надрукована/Printed : 19.11.2017 р.

Рецензент: д.т.н. Бойко Ю.М.