

ЭЛЕКТРОННАЯ МУЗЫКА ТЕРМЕНВОКСА

Галанов Александр Александрович

обучающийся МБОУ СОШ № 19, РФ, г. Сургут

Глухов Роман Евгеньевич

обучающийся МБОУ СОШ № 19, РФ, г. Сургут

Денисенко Егор Иванович

обучающийся МБОУ СОШ № 19, РФ, г. Сургут

Тагильцев Александр Олегович

обучающийся МБОУ СОШ № 19, РФ, г. Сургут

Семенов Олег Юрьевич

научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, Сургутский государственный университет, РФ, г. Сургут

Аннотация. Статья посвящена уникальному музыкальному инструменту – терменвоксу. Материалы обзорной статьи применяются в образовательном процессе при изучении физики.

Ключевые слова: терменвокс, электронная музыка, антенна, акустика, колебания, частота, генератор, электромузыкальный инструмент, звуковой эффект.

С древних времен, музыка играла ключевую роль в развитии культуры и искусства человека. С каждым поколением музыкальные инструменты совершенствовались, появлялись новые звучания. В начале, когда ещё не было электричества, люди играли на струнных, ударных, духовых, механических инструментах. В акустических инструментах обертоновая структура инструмента, созданная механическим путём, ограничивала его тембр. Благодаря электричеству, появилась возможность создания любого тембра и управления им, используя только электрические колебания. А когда в 1906 году изобрели электронную лампу, то произошло ускорение развития радиофонии, электроакустики, записывающих и воспроизводящих устройств, в том числе полуавтоматических и автоматических музыкальных инструментов.

В этот период появились первые электронные инструменты: терменвокс, волны Мартено и тратониум. Данные инструменты характерны тем, что звук в них создается по принципу звукового гетеродинного генератора, состоящего из двух генераторов. У одного из них частота постоянна, а на другом её можно менять. Так как происходило изменение величины разности частот генераторов, то менялась и высота звука. Из множества возникших таким образом дифференциальных тонов, стало возможным использование нескольких октав. Несмотря на то, что принцип работы у этих инструментов одинаков, они имели различные конструкции. Например, у терменвокса было преимущество в обширной звуковой гамме, а

также высокой чувствительности схемы [1, 2].

На терменвоксе играли Чарли Чаплин, Альберт Эйнштейн и Джимми Пейдж. Его звучание воспевали поэты, называя его звучание «музыкой сфер», а известные режиссёры использовали в своих фильмах. Терменвокс первый в мире пространственный электроинструмент, игра на котором не требует непосредственного прикосновения, а осуществляется движением рук в воздухе.

Терменвокс, «theremin» – это английское название терменвокса – первого в истории электронного музыкального инструмента, изобретенного в 20-е годы Львом Сергеевичем Терменом, физиком и радиоинженером, учеником и сотрудником академика А.Ф. Иоффе. Ученый Л.С. Термен сконструировал небольшой музыкальный инструмент и назвал его «Этерон» (ether – «эфир»), но сообщество учёных, которым Термен представил свой инструмент, назвало его в честь изобретателя – «терменвокс» (vox – «голос» на латыни) [3-5].

Изобретатель, физик и музыкант Лев Сергеевич Термен родился в 1896 году в городе Санкт-Петербург, он закончил Петербургскую консерваторию по классу виолончели и обучался на физико-математическом факультете Петербургского университета. С 1919 года заведовал лабораторией Физико-технического института в Петрограде, одновременно с 1923 года сотрудничал с Государственным институтом музыкальной науки г. Москва (рис. 1).



Рисунок 1. Л.С. Термен и терменвокс

(https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lev_Termen_playing_-_cropped.jpg)

Лев Сергеевич получил мандат на проезд по железным дорогам всей страны и отправился в грандиозный тур по СССР. За пару лет изобретатель посетил с лекциями-концертами несколько сотен городов и в 1927 г. учёный был направлен в командировку за границу, он объездил всю Европу и США. В 1931-1938 гг. являлся директором Teletouch Inc., Л.С. Термен выступал с музыкальными концертами в Париже и в Берлине. На одном из концертов присутствовал А. Эйнштейн, который позднее написал, что услышал музыку сфер и заметил, что настоящее признание электронная музыка найдет за океаном. Прибыв в г. Нью-Йорк Л.С. Термен дал концерт в знаменитом Карнеги-Холл. В США Лев Сергеевич Термен в содружестве с композитором Генри Коуэллом создали первую в мире электрическую ритм-машину. После работы в США Л. С. Термен вернулся в СССР, и с 1963 г. работал в акустической лаборатории Московской консерватории. В конце 60-х годов Лев Сергеевич Термен перешел на работу в МГУ. С 1966 года Л.С. Термен являлся сотрудником кафедры акустики физического

факультета МГУ. Лев Сергеевич не дожил трёх лет до своего 100-летнего юбилея, уйдя в 1993 году [6]. В СССР работами по терменвоксу также занимался ученик Л.С. Термена виолончелист К.И. Ковальский. Для удобной игры музыкант даже разработал собственную модель инструмента, его усовершенствование состояло в том, что он придумал педаль и кнопку. На своём инструменте с одной антенной К.И. Ковальский дал несколько тысяч концертов по всей стране, а с 1950-х годов стал играть вместе с «Ансамблем электромузыкальных инструментов» В.В. Мещерина.

На данный момент разработаны несколько вариантов схем этого музыкального инструмента. Рассмотрим одну из них, основой инструмента служат два генератора, один генератор имеет стабильную частоту, а частота второго непостоянна и изменяется конденсатором переменной емкости, образуемым рукой играющего и металлическим штырем-антенной (рис. 2).

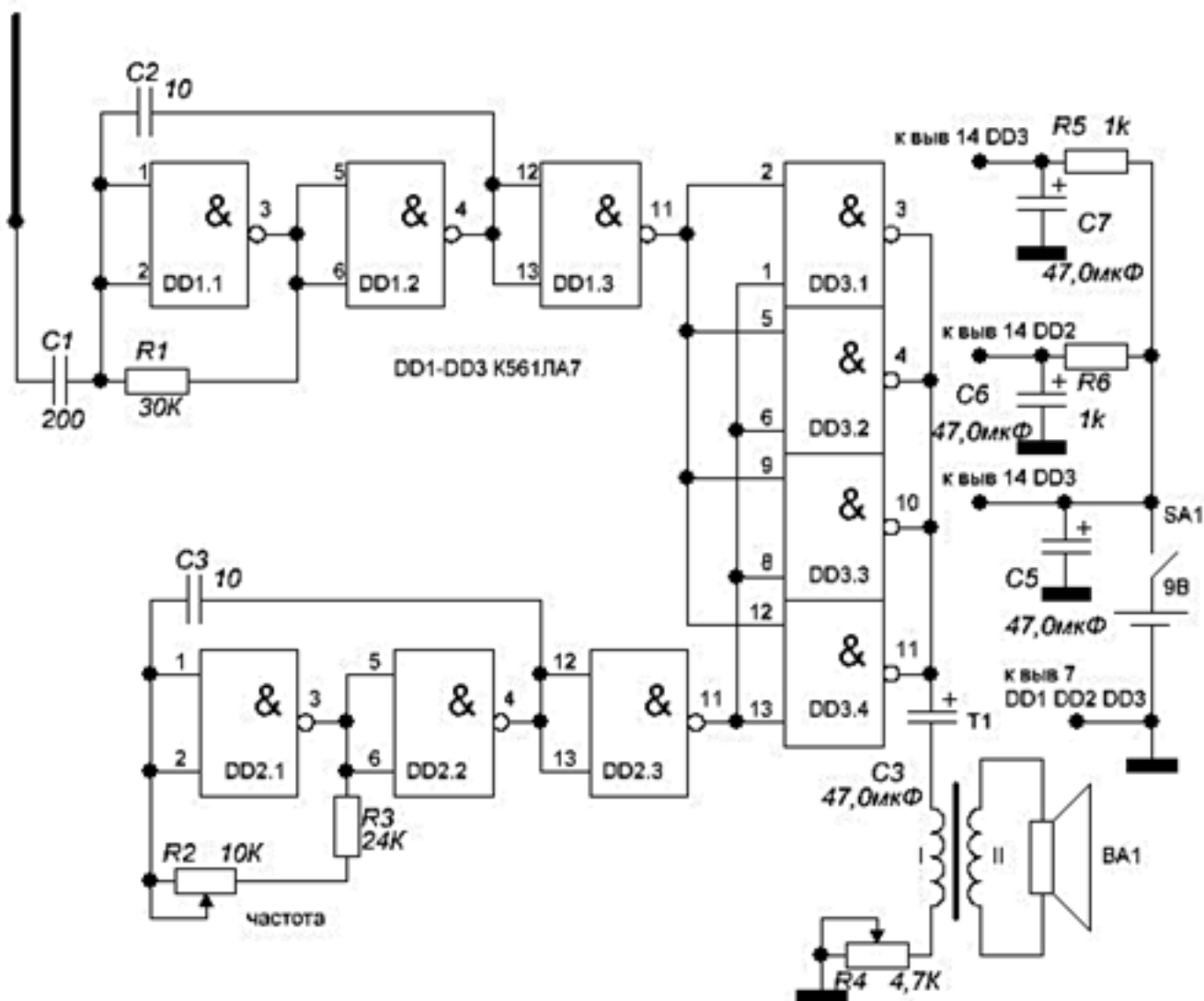


Рисунок 2. Принципиальная схема терменвокса

(<https://rcl-radio.ru>)

Генератор с непостоянной частотой собран на элементах DD1.1 DD1.2, его исходная частота зависит от элементов C1, R1, C2 и электрической ёмкости между штырем-антенной и рукой играющего музыканта на инструменте. Второй генератор со стабильной частотой собран на элементах DD2.1 и DD2.2, и аналогичен первому генератору, его частоту можно менять в небольших пределах при помощи резистора R2. Выходные сигналы генераторов поступают на

входы элемента DD3, который представляет собой смеситель. С выхода элементов DD3 колебания разности частот поступают через конденсатор C4 в согласующий трансформатор и далее через резистор R4 на динамик. Источником питания терменвокса может служить батарея или любой другой стабилизированный блок питания с выходным напряжением 9В и выходным током 20 до 50мА (сам прибор потребляет 7...10 мА). В схеме T1 – выходной трансформатор транзисторного радиоприемника и штырь-антенна – отрезок металлической трубки или проволоки длиной 30...50 см [7].

В 50-х годах была основана компания RA MOOG, специализирующаяся на производстве терменвоксов (рис. 3). Это были и наборы «собери терменвокс сам» и полномасштабные модели, носившие название «профессиональных» [8, 9].



Рисунок 3. Сборочная модель терменвокса Moog Etherwave Kit

(<https://theremintimes.ru>)

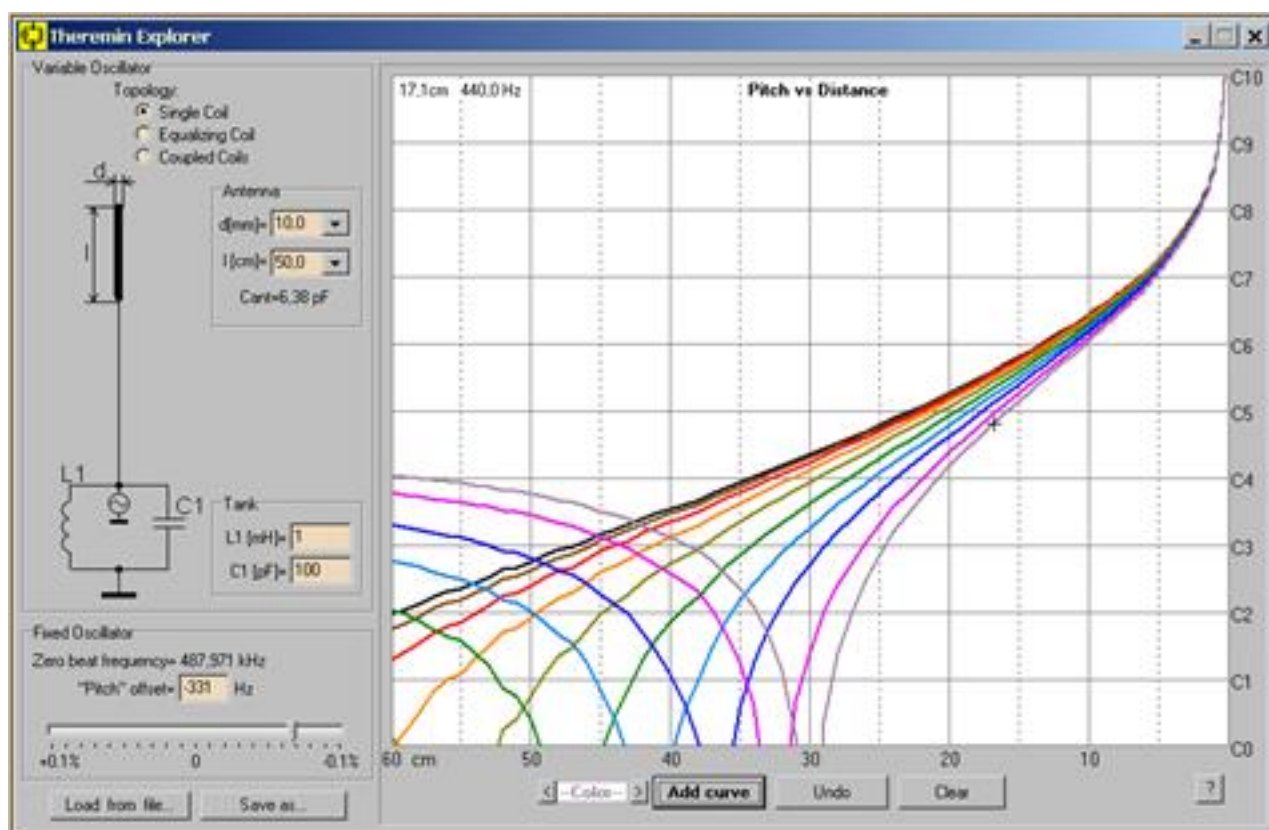
В дальнейшем Муг основал компанию «Big Brier», которая также занимается производством терменвоксов под маркой «MOOG». Рис. 4.



Рисунок 4. Moog Theremini — синтезатор-терменвокс:

левая антенна отвечает за громкость, правая — за высоту тона
 (<https://theremintimes.ru>)

Для исследования работы терменвокса применяются компьютерные программы, например *Theremin Explorer* – программа, моделирующая поведение генераторов терменвокса и строящая зависимости высоты тона (частоты биений) от положения руки (Рис. 5). Программа позволяет варьировать параметры и сравнивать топологии различных антенных цепей [10, 11].



(<http://www.thereminworld.com/>)

Терменвокс предназначен для исполнения любых классических, эстрадных, джазовых музыкальных произведений, а также для создания различных звуковых эффектов, которые могут найти применение при озвучивании фильмов, мультфильмов, спектаклей и т.д. Одним из первых писать музыку для терменвокса стал Шостакович Д.Д., звуки терменвокса использовали музыканты групп Led Zeppelin, J.M. Jarre, Pink Floyd, Sting.

Огромную роль в популяризации инструмента сыграли родные Л.С. Термина, его дочь Наталья Львовна трудилась над созданием концертного терменвокса, который работал бы на транзисторах. Знаменитый российский музыкант Петр Термен – правнук легендарного изобретателя Льва Сергеевича Термина один из лучших российских исполнителей на терменвоксе, он ведёт лекции, мастер-классы и руководит школой Russian Thermin School. В рамках XVII Международной недели консерваторий он исполнил новые сочинения петербургских композиторов, написанные специально для терменвокса [12].

Изобретение терменвокса является отправной точкой отсчёта для электронной музыки и создания первого профессионального электромузыкального инструмента. Единственный минус изобретения Термена связан с тем, что инструмент не имеет клавиш или грифа с ладами, для точной игры требуется почти абсолютный музыкальный слух, и терменвокс – инструмент одноголосый. Но это не уменьшает его уникальной роли в современном мире звуков и позволяет объединить образование, науку и искусство [13, 14].

Список литературы:

1. Термен Лев Сергеевич // Музыкальный энциклопедический словарь / гл. ред. Г. В. Келдыш. – М.: Сов. энциклопедия, 1990. – 672 с.
2. Albert Glinsky, Robert Moog. Theremin: Ether Music and Espionage. – University of Illinois Press, 2005. – 403 с.
3. Бугаенко В.А., Караваев М.А., Кимля И.Е. [и др.] Исследование колебаний струн музыкальных инструментов // Технические и математические науки. Студенческий научный форум: электр. сб. ст. по мат. XVII междунар. студ. науч.-практ. конф. № 6(17). URL: [https://nauchforum.ru/archive/SNF_tech/6\(17\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/SNF_tech/6(17).pdf) (дата обращения: 12.10.2020).
4. Усенков Н.О., Семенов О.Ю. Управление электронными устройствами через Bluetooth с помощью смартфона Наука 60-й параллели: тезисы докладов XXII Открытой регион. студ. науч. конф. им. Г. И. Назина. Сургут, 4 апреля 2018 г.; Сургут. гос. ун-т. - Сургут: ИЦ СурГУ, 2018. – С. 255 – 256.
5. Королёв Л. Терменвокс. – Радио, 2005, № 8, С. 48–51; № 9, С. 48–51.
6. Carolina Eyck: Die Kunst des Thereminspiels. 2006, SERVI Verlag, Berlin.
7. Сайт для радиолюбителя [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <https://rcl-radio.ru/> (дата обращения: 12.10.2020).
8. Сайт о терменвоксе и музыкальных технологиях [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <https://theremintimes.ru/ru/> (дата обращения: 12.10.2020).
9. Moog Music Inc. - американская компания. [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: www.moogmusic.com/ (дата обращения: 12.10.2020).

10. Dyomko, A.I., Semenov, O.Yu., Churilova, I.N. Quasi-optimal processing simulation of ultrasonic signals / Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing 2020. 1488 (2020) 012004 doi:10.1088/1742-6596/1488/1/012004.

11. Theremin world [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: www.thereminworld.com (дата обращения: 12.10.2020).

12. Лев Термен и терменвокс. [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <https://www.mirf.ru/science/lev-theremin-i-thereminvox/> (дата обращения: 12.10.2020).

13. Семенов О.Ю. Применение инфокоммуникационных Smart-технологий в образовательном пространстве учебного заведения / Семенов О.Ю., Дёмко А.И. Образование и право. 2019. № 8. С. 293 – 302.

14. Семенов О.Ю. Применение телекоммуникационных технологий в дистанционном обучении / Семенов О.Ю., Дёмко А.И. Образование и право. 2020. № 6. С. 244 – 253. DOI: 10.24411/2076-1503-2020-10637.