

## Сравнение мониторов с электронно-лучевой трубкой и жидкокристаллическим дисплеем

*Болтовский Гавриил Александрович*

*Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема*

*Студент*

### Аннотация

Цель данной статьи – сравнить мониторы с использованием разных технологий: электронно-лучевой трубкой и жидкокристаллическим дисплеем. Для этого будет проведён ряд тестов, имитирующих пользовательские задачи. Полученные выводы показывают преимущества конструкции с электронно-лучевой трубкой.

**Ключевые слова:** CRT монитор, LCD монитор, ретротехника, электронно-лучевая трубка

### Comparison of monitors with cathode ray tube and liquid crystal display

*Boltovsky Gavriil Alexandrovich*

*Sholom-Aleichem Priamursky State University*

*Student*

### Abstract

The purpose of this article is to compare monitors using different technologies: cathode ray tube and liquid crystal display. For this, a series of tests will be conducted that simulate user tasks. The findings show the advantages of the CRT design.

**Keywords:** CRT monitor, LCD monitor, retro technology, cathode ray tube

## 1. Введение

### 1.1 Актуальность исследования

Вопрос актуальности исследования можно охарактеризовать как спорный – зачем изучать особенности старой технологии, если нельзя свободно купить технику с её использованием? Вопрос доступности такой техники становится всё более острым: техника не становится лучше со временем. Но если углубиться в тему, то можно найти большое количество статей [1][2][3], видеороликов [4][5][6] по этой теме. На Ebay можно найти завершённые аукционы, где мониторы с электронно-лучевой трубкой были проданы за \$2500 и больше. Тема сохраняет актуальность даже сейчас.

### 1.2 Обзор исследований

На сегодняшний день существует огромное количество статей, в которых описываются особенности и сложности утилизации техники, в

частности мониторов с электронно-лучевой трубкой. В статье М.Н. Быстровой [7] рассмотрен процесс переработки кинескопов. В статье Т.Е. Якутовой рассмотрена проблема их утилизации [8]. Методы определения класса опасности отработанных мониторов описывается в статье М.А. Гнеденковой, В.С. Куксова, Л.П. Лазарева [9]. Обзор, с точки зрения экономики, на существующие средства отображения информации проведён В. Беляевым [10]. Краткие сведения о различных электронно-лучевых трубках в электротехнике приведены С.С. Никитиным [11].

### 1.3 Цель исследования

Цель исследования - выяснить в чём ключевые особенности в работе CRT мониторов в сравнении с LCD, причём рассмотреть вопрос максимально разносторонне.

### 1.4 Постановка задачи

Следует определить, чем генерация картинки на CRT мониторах отличается от LCD. Какие качественные отличия несут в себе обе технологии.

## 2. Методы исследования

С самого начала следует разобраться в принципе работы электронно-лучевой трубки, или CRT (Cathode-ray tube), её так же называют кинескопом. В рамках исследования будет использоваться монитор фирмы LG Flatron F 700P (рис. 1).

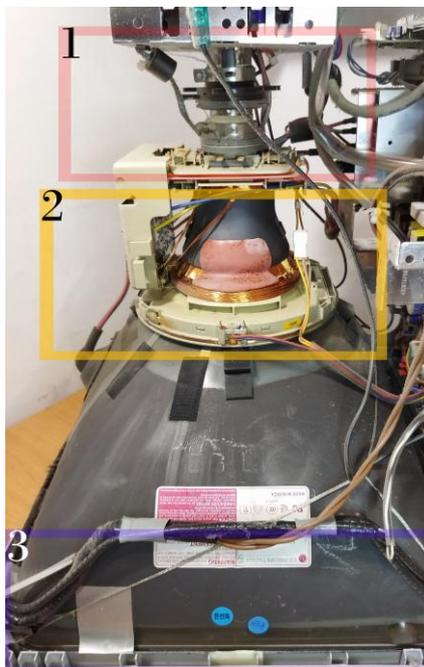


Рисунок 1 – Кинескоп LG Flatron F 700P

На фото в рамки выделены основные части кинескопа. В красной рамке 1 показан модулятор, в нём создаётся пучок электродов, проходя через блок

отклонения пучка обведённый в желтой рамке 2, пучок построчно проходит путь по экрану, покрытому люминофором, показан в синей рамке 3. Люминофор от воздействия пучка возбуждается и светится небольшой промежуток времени. Цикл повторяется.

Уже на данном этапе можно говорить о проблемах, ведь такой принцип работы практически не позволяет увидеть идеально черного цвета. К тому же сам люминофор серый. Сравнение чёрного (рис. 2).

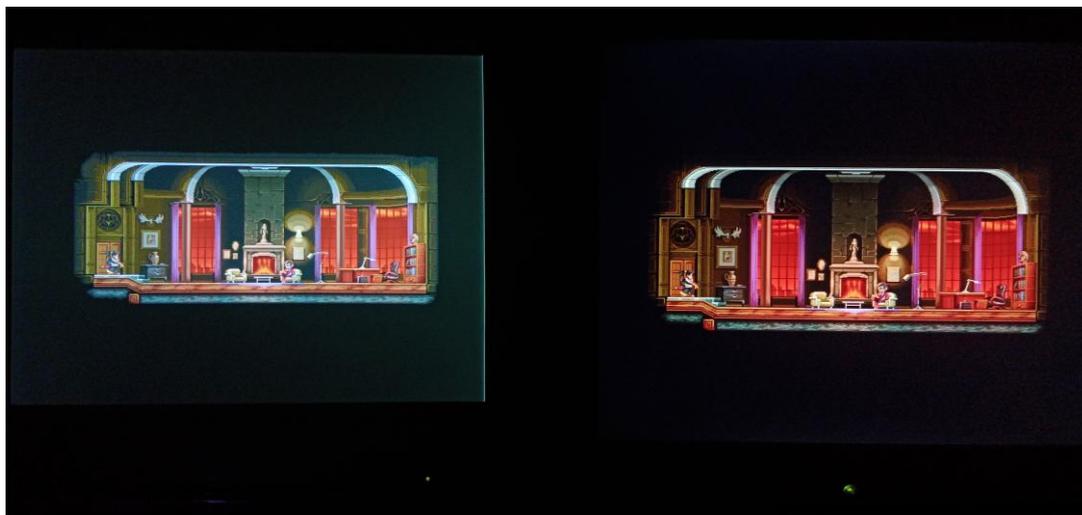


Рисунок 2 – качество чёрного на CRT и LCD дисплеях

Слева CRT дисплей. Справа – монитор ViewSonic VA703b, обладающий TN типом жидкокристаллического дисплея. TN не самый современный тип, надо понимать, что современные имеют ещё более хороший чёрный и его градации.

Жидкокристаллический дисплей, или LCD (Liquid Crystall Display), работает по совершенно иному принципу (рис. 3).

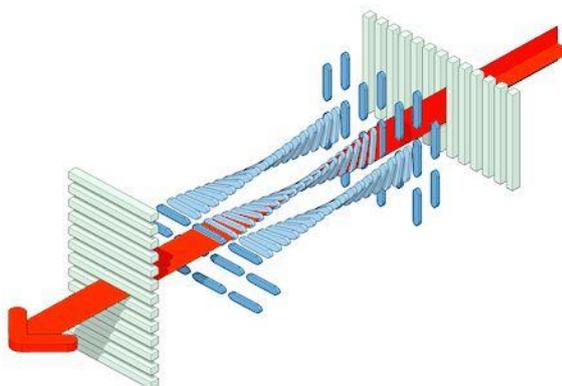


Рисунок 3 – LCD схематично

Если максимально упрощать, то монитор состоит из трех основных частей: поляризаторы, сами жидкие кристаллы и поляризационные светофильтры. На картинке видно, что поляризаторы, пластины в начале и конце, расположены перпендикулярно друг другу. Если наложить их друг на

друга, то свет не пройдёт. Поэтому между ними находятся жидкие кристаллы, при подаче на них напряжения они меняют свое положение и отражают свет таким образом, чтобы он проходил через второй поляризатор. Изменяя напряжение на кристаллах, можно изменять степень отражения света – то есть яркость изображения. Отражённый свет проходит через светофильтры и приобретает нужный оттенок.

Ниже будут проведены тесты в разных условиях: сравниваться будет отдельно взятый кадр (испытания в статике), и частотные характеристики, показывающие насколько быстро изображения сменяют друг друга (испытания в динамике).

### 2.1 Испытания в статике (3D игры)

Эта статья сейчас читается, скорее всего, именно на LCD подобном дисплее, может показаться, что в таком случае данное сравнение не имеет смысла, ведь изображение в конечном счёте оказывается на LCD. Отчасти это так, но фиксируется изображение при большом приближении, на фотоаппарат с большим разрешением. Искажения в данном случае только меняют цветопередачу.

Для теста оба монитора настраиваются на дублирование изображения, в разрешении 1024x768. Запускается игровая сцена, в которой есть 3D объекты. Следует сравнивать качество плавности прямых.

При приближении видно, что крыша здания более плавная на CRT мониторе. Фасад здания выглядит более естественно на левой части изображения (рис. 4).

В 3D играх картинка на CRT обладает больше плавностью прямых, в сравнении с LCD.



Рисунок 4 – Сравнение в 3D сцене (справа LCD, слева CRT)

**2.2 Испытания в статике (пиксельная графика)**

|                   | CRT | LCD |
|-------------------|-----|-----|
| 1280<br>X<br>1024 |     |     |
| 1280<br>X<br>960  |     |     |
| 1280<br>X<br>800  |     |     |
| 1280<br>X<br>768  |     |     |
| 1280<br>X<br>720  |     |     |
| 1176<br>X<br>664  |     |     |
| 1152<br>X<br>864  |     |     |
| 1024<br>X<br>768  |     |     |
| 800<br>X<br>600   |     |     |

Рисунок 5 – Сравнение результатов

Для проведения теста оба монитора были подключены к видеокарте компьютера в режиме дублирования изображения. Разрешение было установлено 1280X1024. Часть сцены фотографировалась, затем разрешение снижалось на шаг, и так снова, пока не достиг минимального разрешения – 800x600. Полученные данные обработаны в фоторедакторе (рис. 5).

Для теста выбрана игра со спрайтовой пиксельной анимацией. Это обусловлено тем, что именно в среде ретро игр наиболее популярны CRT мониторы. Имеет ли это смысл?

Изображения в более высоком качестве можно скачать отдельно [12].

Обобщив полученные данные, можно заметить, что LCD картинка, даже на самом высоком разрешении (1280x1024) более угловата, а картинка на CRT более плавная и мягкая. Этот эффект усиливается с понижением разрешения, уже при 800x600 LCD картинка совершенно не обладает плавностью и мягкостью, в отличие от CRT.

Если обратить внимание на настенные рога (1024x768), а точнее на тень от них, то на CRT она мягкая, может показаться что картинка подверглась постобработке. Эффект виден ещё сильнее на вазе (800x600).

### 2.3 Испытания в статике (текст и элементы интерфейса)

С приходом LCD текст стал выглядеть более угловатым. Корпорации Microsoft даже пришлось специально разрабатывать технологию сглаживания текста ClearType (рис. 6). Удивительно, что в ней совершенно не было необходимости при использовании CRT дисплеев.

## ClearType off

Без сомнений, Xbox 360 - имеет несколько фантастических игр. Но речь пойдёт не просто о величайших играх, а о лучших из них! Добро пожаловать в обзор 25 лучших игр для Xbox 360.

## ClearType on

Без сомнений, Xbox 360 - имеет несколько фантастических игр. Но речь пойдёт не просто о величайших играх, а о лучших из них! Добро пожаловать в обзор 25 лучших игр для Xbox 360.

Рисунок 6 – Технология ClearType

Что касается элементов интерфейса, то всё аналогично тесту с пиксельной графикой, изображение выглядит более сглаженным, это особенно заметно при высоком приближении (рис. 7)

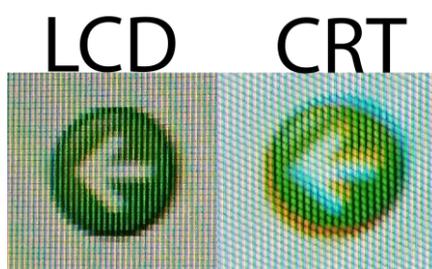


Рисунок 7 – Элементы интерфейса

## 2.4 Испытания в динамике (частота, отклик и динамическое разрешение)

Любой LCD дисплей имеет частоту смены кадров минимум 60–75 герц. Игровые модели имеют частоту 120–140 герц. Киберспортивным стандартом недавно стала частота в 240 герц.

Но что касается CRT, то согласно официальных спецификациях для Flatron F700P, то при максимальном разрешении 1600x1200 работает в 80 герц. На практике же не имеет смысла выставлять такое большое разрешение – это значит, что пользователи CRT могли рассчитывать на частоту более 100 герц. Такая частота больше чем у LCD. Но и это не предел: с помощью специального программного обеспечения к драйверу видеокарты (nVidia Control Panel), можно подбирать разрешение и частоту самостоятельно – не из режимов, которые предлагаются по умолчанию (рис. 8).

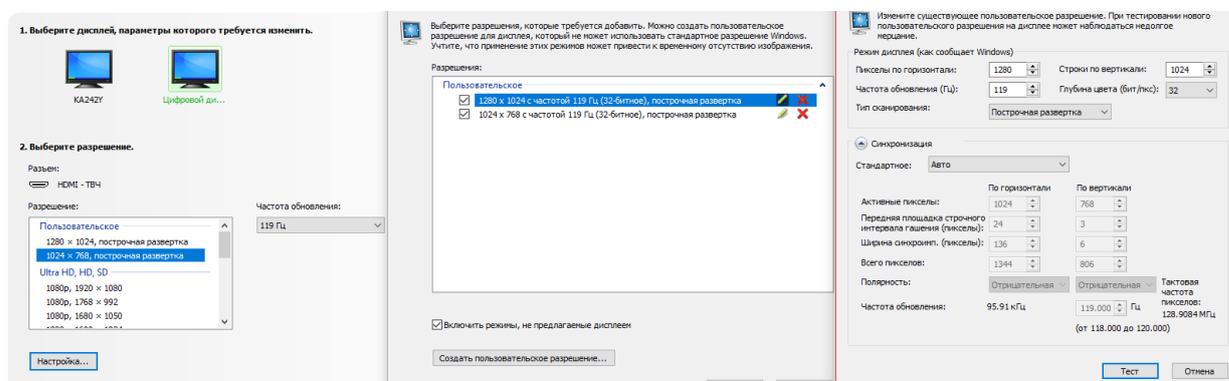


Рисунок 8 – Настройка режимов, не предусмотренных по умолчанию

В результате удалось достигнуть стабильную работу в 1280x1024 на частоте 119 герц, что сопоставимо с игровыми LCD мониторами.

Переход на LCD добавил к спецификациям мониторов ещё одну строку – отклик. Это скорость с которой происходила смена изображения на мониторе. Движение кристаллов в LCD всегда будет намного дольше чем скорость электронного пучка в CRT. Мониторы с электронно-лучевой трубкой не имеют заметной человеку задержки.

При сравнении мониторов в пиксельной графике, тест начинался с разрешения 1280x1024 с пошаговым понижением. Это обусловлено тем, что это максимальное разрешения для взятого LCD монитора (ViewSonic VA703b). По отношению к CRT говорят о динамическом разрешении, когда на мониторе можно выставить любое разрешение исходя только из ограничений кинескопа (частоты горизонтальной развёртки, и др.). С помощью ПО к драйверу видеокарты возможно запустить монитор в 1920x1080 (это не имеет смысла, монитор имеет соотношение сторон 4:3, а нужно 16:9 – изображение срезается по краям). LCD ограничены по своему разрешению: выше того, что описано в спецификациях, выставить не получится.

В современных мониторах от фирмы Acer есть функция VRB - Visual Response Boost. В мониторах других фирм есть аналогичные функции. Она

нужна для увеличения чёткости изображения. Происходит это путём увеличения мерцания. С помощью ШИМ (широтно-импульсной модуляции) после каждого кадра добавляется дополнительный чёрный, что увеличивает отклик и предотвращает смазывание картинки, но уменьшается яркость. Аналогичная функция изначально была в CRT мониторах; это обусловлено конструктивными особенностями: люминофоры, возбуждаемые пучком электронов, горят недолго. Так получается дополнительный чёрный кадр (рис. 9). Это и делает изображение на CRT более чётким.

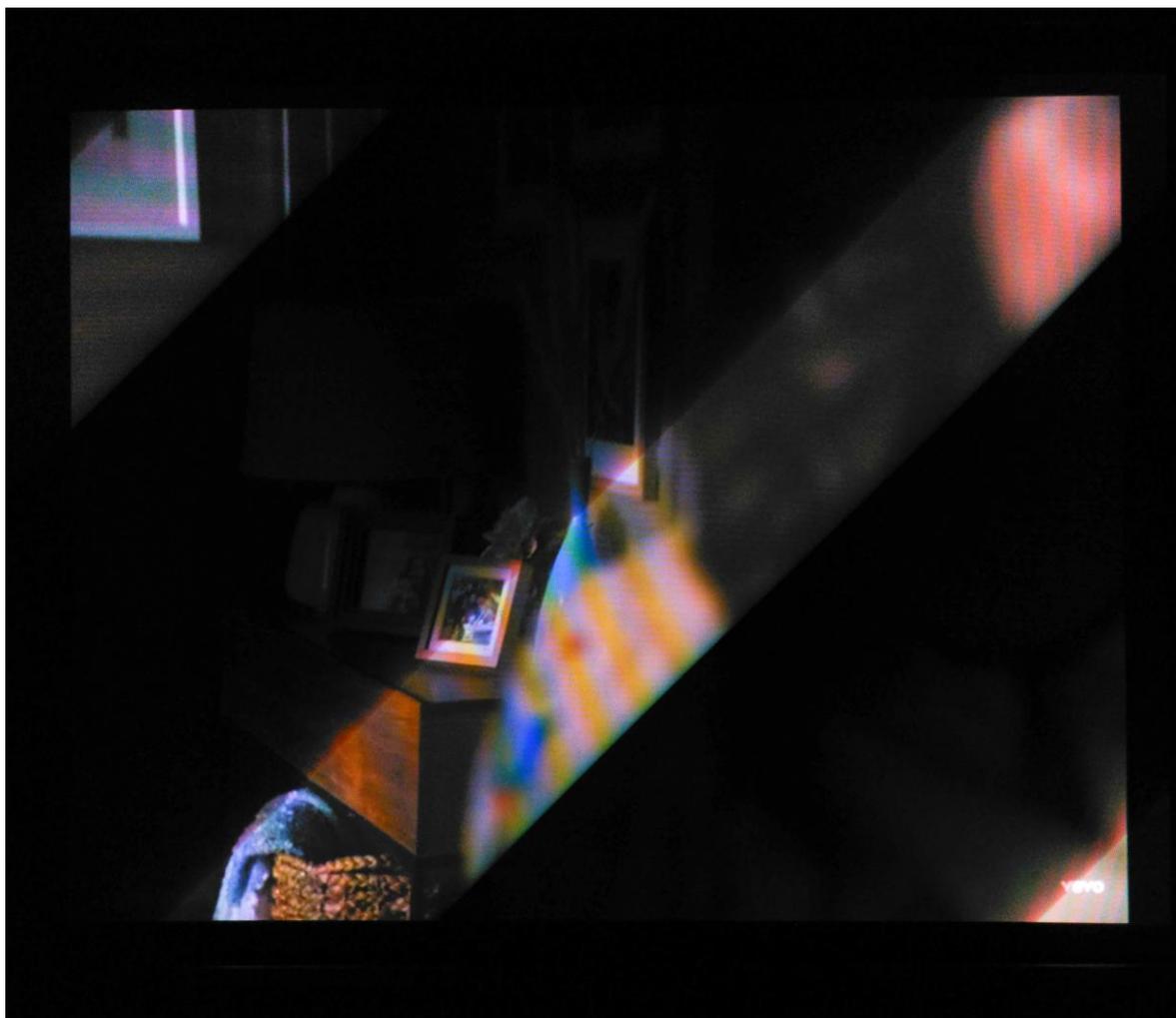


Рисунок 9 – Свечение люминофора длится не долго

### 3. Выводы

Может стать непонятно, как мониторы, обладающие такими преимуществами, полностью вышли из употребления. Главные причины – размер и вес (рис. 10).



Рисунок 10 – Сравнение размеров Flatron F700P и ViewSonic VA703b

Можно заметить, что с начала двухтысячных годов был взят курс на создание портативных устройств: мобильные телефоны, мобильные компьютеры и т.д. А громоздкие мониторы с лучевой трубкой, при их преимуществах, не могут быть меньше и легче. Они не соответствуют стандартам современной потребительской техники.

Сравнивались Flatron F700P и ViewSonic VA703b. Они сопоставимы по доступности на момент выпуска. И потребитель вполне мог выбирать именно из этих моделей.

При всех достоинствах CRT, у него есть один огромный недостаток – габариты. Пользователь готов смириться с наличием времени отклика, небольшой частотой и разрешением, маленькими углами обзора, но небольшие габариты будут главным аргументом при покупке LCD монитора.

Подобные исследования уже проводились, в частности, одно из первых и самых популярных – исследование Digital Foundry. Двенадцатиминутный ролик [4] привлёк внимание к теме CRT мониторов. Их материал подтолкнул пользователей по всему миру углубиться в тему и лично удостовериться в наличии выше описанных преимуществ мониторов с электронно-лучевой трубкой.

Использование CRT мониторов всё ещё имеет смысл для ретро игр, использующих спрайтовую анимацию. Высокая частота обновления экрана, динамическое разрешение, делает CRT мониторы оправданным вариантом даже для современных игр. Более того, их использование оправдано с экологической точки зрения. При обзоре исследования, были приведены ссылки на исследования в области экологии: утилизации, определения уровня опасности, переработки кинескопов. В мире нет отлаженной технологии для утилизации таких устройств – они лежат на свалках и ждут переработки, которая вряд ли начнётся. Так не лучше ли продолжать использовать такие мониторы?

**Библиографический список**

1. Почему 20-летний CRT-монитор лучше современного 4K LCD-дисплея? URL: <https://habr.com/ru/company/ruvds/blog/524170/> (дата обращения: 19.09.2021)
2. Control запустили на старом ЭЛТ-мониторе — и картинка стала ещё лучше URL: <https://dtf.ru/retro/70270-control-zapustili-na-starom-elt-monitore-i-kartinka-stala-eshche-luchshe> (дата обращения: 19.09.2021)
3. ЭЛТ-монитор в 2021 году URL: <https://habr.com/ru/company/kaspersky/blog/569856/> (дата обращения: 19.09.2021)
4. DF Direct! Modern Games Look Amazing On CRT Monitors... Yes, Better than LCD! URL: <https://www.youtube.com/watch?v=V8BVTHxc4LM&t=326s> DTF (дата обращения: 19.09.2021)
5. КАК работает ЭЛТ Монитор: ЗАЧЕМ в 2020? URL: <https://www.youtube.com/watch?v=ghElkYzr8Qo> (дата обращения: 19.09.2021)
6. CRT PC Monitors: Ancient Trash or Display Treasure? URL: [https://www.youtube.com/watch?v=ofK3MI3xM\\_4&t=911s](https://www.youtube.com/watch?v=ofK3MI3xM_4&t=911s) (дата обращения: 19.09.2021)
7. Быстрова М.Н. "Хрустальный" телевизор: переработка элт-кинескопов // Твердые бытовые отходы. 2014 год. С. 30-31. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21504622> (дата обращения: 28.08.2021).
8. Якутова Т.Е. Переработка кинескопов: проблемы и тенденции // Твердые бытовые отходы. 2013 год. С. 26-29. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18961333> (дата обращения: 28.08.2021).
9. Гнеденков М.А., Куксов В.С., Лазарев Л.П. Метод определения класса опасности отработанных мониторов с электронно-лучевыми трубками // Экология и промышленность России. 2011 год. С. 16-19. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16547122> (дата обращения: 28.08.2021).
10. Беляев В. Мировой рынок средств отображения информации. В цифрах и таблицах // Электроника: наука, технология, бизнес. 2015 год. С. 16-19. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16530392> (дата обращения: 28.08.2021).
11. Никитин С.С. Обзор и краткие сведения о различных электронно-лучевых трубках в электротехнике // Наука и образование: проблемы, идеи, инновации. 2019 год. С. 33-34. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39536783> (дата обращения: 28.08.2021).
12. YandexDisk // URL: <https://disk.yandex.ru/d/pEy00AfoKEE3Ow> (дата обращения: 19.09.2021)