Научная статья
Original article
УДК 654.17

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ФОРМАТОВ ГРАФИЧЕСКИХ ФАЙЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ВО ВРЕМЯ ТРАНСЛЯЦИЙ СПОРТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

SYSTEM ANALYSIS OF GRAPHIC FILE FORMATS USED FOR PROMPT TRANSMISSIONS OF INFORMATION DURING BROADCASTS OF SPORTING EVENTS

Горячкин Борис Сергеевич, кандидат технических наук, доцент, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (105005, г. Москва, ул. Бауманская 2-я, д. 5, стр. 1), E-mail: bsgor@mail.ru

Казаков Никита Андреевич, магистрант, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (105005, г. Москва, ул. Бауманская 2-я, д. 5, стр. 1), E-mail: nikov1998@gmail.com

Семкин Петр Степанович, доцент, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (105005, г. Москва, ул. Бауманская 2-я, д. 5, стр. 1), E-mail: semkin@bmstu.ru

Goryachkin Boris Sergeevich, candidate of technical Sciences, associate Professor, Moscow State Technical University names Bauman (105005, Moscow, st. Baumanskaya 2nd, 5, building 1), E-mail: bsgor@mail.ru

Kazakov Nikita Andreevich, undergraduate, Moscow State Technical University. names Bauman (105005, Moscow, st. Baumanskaya 2nd, 5, building 1), E-mail: nikov1998@gmail.com

Semkin Petr Stepanovich, assistant Professor, Moscow State Technical University. N.E. Bauman (105005, Moscow, st. Baumanskaya 2nd, 5, building 1), E-mail: semkin@bmstu.ru

Аннотация. В данной статье решается задача определения оптимального формата файла относительно времени его доставки на удаленный сервер и качества изображения применительно к работе группы операторов на телевидении. Для исследования выбран элемент работы операторской группы, в котором файл из камеры фотографа попадает на трансляцию спортивного мероприятия. Рассмотрен путь файла эффективной спортивной трансляции, проанализированы наиболее популярные форматы файлов, а также учтены временные задержки на всех стадиях пути файла, в том числе и задержка, связанная с человеческим фактором. Определена целесообразность предварительного сжатия файла перед его передачей.

Abstract. This article solves the problem of determining the optimal file format regarding the time of its delivery to a remote server and image quality in relation to the work of a group of operators on television. For the study, an element of the work of the camera group was selected, in which the file from the photographer's camera gets to the broadcast of a sporting event. The file path of an effective sports broadcast is considered, the most popular file formats are analyzed, and time delays at all stages of the file path, including the delay associated with the human factor, are taken into account. The expediency of pre-compressing the file before transferring it is determined

Ключевые слова: Оптимизация, спорт, степень сжатия, скорость загрузки, JPEG, TIFF, размер файла.

Keywords: Optimization, sports, compression ratio, download speed, JPEG, TIFF, file size.

Введение

Мир современного спорта – мир больших денег. Телевизионные компании заключают многомилионные контракты с представителями различных футбольных, баскетбольных, волейбольных и хоккейных лиг. Прибыль

телевизионной компании зависит от рекламодателей, которые в свою очередь, оценивают потенциальный охват аудитории того или иного спортивного мероприятия. Очевидно, что телевизионные компании стремятся привлечь как можно больше людей к своей трансляции. Самый естественный способ сделать это – обеспечить максимальную зрелищность на экранах телевизоров миллионов людей.

Каким же образом можно обеспечить интерес к происходящему на поле и каждый раз бить рекорды по количеству просмотров? Учитывая современное состояние информационных и телевизионных сервисов, технологические прорывы в вопросах хранения и передачи больших объемов информации, высококачественное съемочное оборудование, способное воспроизвести максимально реалистичную картину событий, способов привлечения внимания очень много, но мы рассмотрим один из них - оперативную демонстрацию ярких кадров после важного момента в прямом эфире. Если грамотно организовать этот процесс, то уменьшается вероятность что зритель заскучает и захочет переключить канал, что в масштабах телевизионной трансляции может принести дополнительную прибыль.

В данной статье авторы предприняли попытку найти оптимальный формат графических изображений для оперативной передачи информации во время трансляций спортивных мероприятий, а также рассмотрели какие инстанции проходят файлы от момента, когда они появляются на запоминающем устройстве фотоаппарата или видеокамеры до момента, когда они попадают на телетрансляцию. Будут рассмотрены способы оптимизации всех этих процессов. В данном случае оптимизация подразумевает поиск баланса между качеством изображения и максимальным уменьшением времени, затрачиваемого на то, чтобы кадр попал в эфир.

Путь файла эффективной спортивной трансляции

На основе анализа работы съемочной и редакторской группы можно выделить следующие инстанции, где возможны наиболее серьезные потери времени и качества (рис. 1):

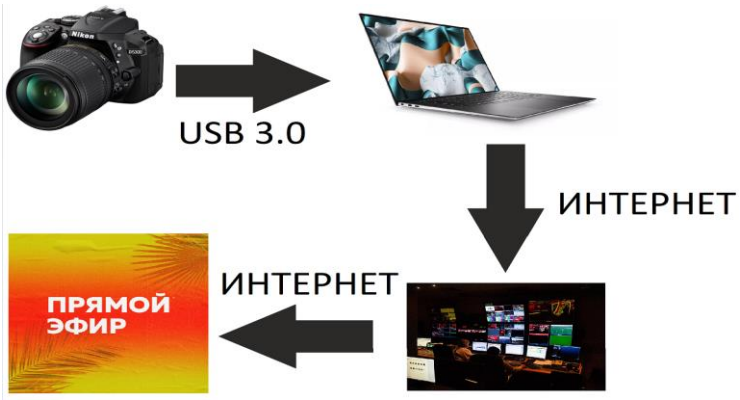

Рис. 1. Схема работы операторов во время спортивной трансляции

Интерфейс USB 3.0 используется как самый быстрый поддерживаемый камерой Nikon D500. Данный путь файла является наиболее рациональным, так как возможность организовать проводное соединение между ноутбуком и компьютером редакторской группы не всегда возможно. Данный путь – упрощен и в нем присутствуют только инстанции, которые могут повлиять на исследование. Составлен на основе работы операторской группы телеканала МАТЧ-ТВ.

1. Файл появляется на SD карте фото- или видеокамеры.
2. Файл передается на ноутбук оператора через USB.
3. Файл попадает на дисковое пространство компьютера команды редакторов через интернет.
4. Файл попадает на сервер, где идет трансляция через интернет.

Используемое техническое оборудование трансляций

Бюджет телевизионной компании достаточно велик, чтобы позволить снабдить операторскую группу качественным техническим оборудованием.

Для съемки спортивных мероприятий может быть использована камера Nikon D500, как одна из лучших камер для подобных видов съемки. Nikon D500 - 20.9-мегапиксельная профессиональная цифровая зеркальная камера. Является одной из наиболее популярных и часто используемых в съемках спортивных мероприятий. Поддерживает форматы изображений – TIFF и JPEG. У камеры Nikon D500 существует три вида разрешения снимков - максимальное 5568 x 3712,

среднее 4176 х 2784 и малое 2784 х 1856, поэтому авторами статьи будет проанализировано каждое из них [1].

Стоит обратить внимание на доступные хранилища в камере, однако в нашем случае данный вопрос явно не в приоритете, ведь в мире, где уже существуют SD карты на 128 и более гигабайт едва ли можно представить, что место на дисковом пространстве закончится. Значит данную характеристику можно во внимание не брать. Однако стоит отметить, что выбор microSD карты также важен для скорости передачи файлов. Так как стоимость камеры во много раз превосходит стоимость даже очень дорогой microSD карты, то здесь экономить смысла опять же нет. Тогда журналист и группа редакторов, разумеется, предпочтут качественную и подходящую карту. Например, карта SanDisk Extreme PRO SD UHS-II. Это карта премиального класса, созданная для профессиональных задач. Тип карты – SDXC, объем – 128 гигабайт, что важно – оба этих параметра поддерживается выбранной камерой. Скорость чтения и записи этой карты – 300 и 260 мегабайт в секунду соответственно, именно на скорость работы карты делался приоритет при выборе [2].

На время передачи графического файла от камеры в прямой эфир влияет качество интернета, а также записывающие устройства компьютеров. Ноутбук оператора и компьютер редактора оснащены мощными SSD дисками. Такие диски являются более дорогими и быстрыми аналогами HDD дисков. В настоящее время скорость физических операций на дисках HDD достигает 200–300 МБ/с, а на дисках SSD— 600–700 МБ/с. Но SSD диски в настоящее время в среднем в 2 раза дороже HDD, однако как уже было сказано выше, в рассматриваемой в статье ситуации финансовая составляющая не существенна, значит, следует остановиться на выборе SSD диска. Компьютер и ноутбук подключены к оптоволоконному интернет-соединению, скорость которого составляет 1000 Мбит/с. Тарифы с более высокой скоростью сейчас крайне редки. Стоит отметить, что скорость SSD диска (~650 МБ/с) microSD карты (~260 МБ/с) в несколько раз выше, чем скорость интернета (~125 МБ/с). Это означает, что во время работы скоростной режим будет

ограничен скоростью интернета. Этот параметр и будет использоваться при расчетах временных характеристик.

Особенности и характеристики используемых графических форматов

Форматы JPEG и TIFF являются одними из наиболее популярных форматов изображений на данный момент. И JPEG, и TFFF позиционируются как файлы для хранения файлов, и авторы статьи предпримут попытку сравнить их в отношении качества к скорости передачи.

Файлы JPEG существенно меньше по объему TIFF-файлов, однако ценой такой экономии является использование сжатия с потерями. Большим преимуществом файлов JPEG является их гибкость, они по сути являются набором параметров, которые могут быть настроены под нужды отдельно взятого изображения.

Формат TIFF стал стандартом для хранения изображений с большой глубиной цвета. Обычные 8 бит на канал для него далеко не предел: TIFF поддерживает и 16, и даже 48 бит.

Глубина цвета крайне важная характеристика, влияющая на качество изображения. На рис. 2 приведено изображение с низкой глубиной цвета (8 бит на канал) – максимально поддерживаемый форматом JPEG.



Рис. 2. Пример изображения в формате JPEG

Это же изображение, но уже с высокой глубиной цвета -16 бит на канал (JPEG уже такую “битность” не поддерживает), в формате TIFF представлено на рис. 3.



Рис. 3. Пример изображения в формате TIFF

Разница в “сочности” очевидна на глаз, однако не стоит забывать, что файлы TIFF весят в среднем в несколько раз больше, чем файлы JPEG, поэтому целесообразность использования надо доказать.

Наиболее важной характеристикой при передаче информации является сжатие и соответственно информационный объем сжатого файла. Ниже приведена таблица зависимости веса файла от его качества в камере Nikon D500 (табл. 1) [3].

Таблица 1 Соотношения качества изображения к размеру изображения и размеру файла

Качество изображения	Размер изображения	Размер файла
TIFF	Большой	62,5
TIFF	Средний	35,6
TIFF	Маленький	16,4
JPEG (выс. кач.)	Большой	10,4
JPEG (выс. кач.)	Средний	6,4
JPEG (выс. кач.)	Маленький	3,4
JPEG (сред. кач.)	Большой	5,3
JPEG (сред. кач.)	Средний	3,3
JPEG (сред. кач.)	Маленький	1,8
JPEG (низк. кач.)	Большой	1,8
JPEG (низк. кач.)	Средний	1,8
JPEG (низк. кач.)	Маленький	1

В таблице большой размер изображения соответствует - 5568 х 3712 пикселей, средний - 4176 х 2784, маленький - 2784 х 1856. Качество изображения дано для степени сжатия (выс. – 1:4, сред. – 1:8, низ. – 1:16)

Разную степень сжатия наглядно можно представить следующим образом (рис. 4-6).



Рис. 4. Изображение со степенью сжатия 1:4



Рис. 5. Изображение со степенью сжатия 1:8



Рис. 6. Изображение со степенью сжатия 1:16

Из рис. 4-6 видно, что разница в качестве сжатия не такая однозначная, как в случае с глубиной цвета, тем более в условиях быстрого показа в эфире, когда в глаза скорее бросается блеклость цветов, а не минимальная потеря качества в случае сжатия. Можно сделать предварительный вывод, что глубина цвета важнее, однако стоит помнить, что хоть большое сжатие практически незаметно, выигрыш в объеме файла также не такой большой, как между TIFF и любым файлом JPEG.

Таким образом, для исследования и анализа возьмем 12 вариантов выбора формата/сжатия/разрешения графических форматов по логике таблицы 1, приведенной выше.

Расчет и оценка временных параметров передачи информации во время трансляций спортивных мероприятий

- Расчет без сжатия

Перед съемочной группой стоит цель: за минимально возможное время t_{min} несколько фотографий должны попадать в эфир. Для расчета возьмем $t_{min=}$15 сек., количество фото для эфира -четыре из восьми, причем выбор фото осуществляет редактор, то есть вклинивается человеческий фактор. Имеем

$$t_{бс} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 \qquad (1)$$

где t – общее время, проходящее от момента съемки до момента появления фотографий в эфире; t_1 – время, затрачиваемое на передачу фотографий с камеры на ноутбук; t_2 – время, затрачиваемое на передачу фотографий с ноутбука на компьютер редактора; t_3 – время затрачиваемое на передачу фотографий на сервер где ведется эфир; t_4 – время задержки, определяемое как человеческий фактор (принято в работе за 10 сек.).

$$t_1 = A/S \qquad (2)$$

где A – объем восьми изображений; S -скорость интернета.

$$t_2 = 2A/S \qquad (3)$$

Объем для t_2 удваивается, так как файлы сначала загружаются на google disk и затем с него выгружаются.

$$t_3 = 0{,}5A/S \qquad (4)$$

Объем для t_3 уменьшен в два раза, так как редактор выбирает четыре фото из восьми (нужно иметь ввиду, что объем каждой из восьми фотографий различен, но погрешность определения половины или, в общем случае, сегмента общей выборки фото не учитывается).

Учитывая (2)-(4), получим время передачи фотоизображений без сжатия.

$$t_{бс} = 3{,}5A/S + 10 \qquad (5)$$

На основании (5), получим следующие результаты временных параметров для данного варианта передачи информации (табл. 2). График зависимости объема файлов от затрачиваемого на все операции времени без сжатия приведен на рис. 7.

Таблица 2. Время передачи информации без сжатия

Название (+ версия)	Формат (+ степень сжатия)	Размер папки (до сжатия)	Размер папки (после сжатия)	Экономия места (в процентах)	Время сжатия (в минутах и сек.)
WinZIP v24.0	ZIP (совместим.)	662 МБ	413 МБ	37,6%	1 мин. 6 сек.
	ZIPX (самый выс.)	662 МБ	399 МБ	39,7%	2 мин. 25 сек.
WinRAR v5.70	RAR (обычное)	662 МБ	392 МБ	40,8%	1 мин. 12 сек.
	RAR (макс.)	662 МБ	390 МБ	41,1% 👍	1 мин. 14 сек.
	ZIP (обычн.)	662 МБ	416 МБ	37,2% 👍	26 сек.
	ZIP (макс.)	662 МБ	416 МБ	37,2%	31 сек.
	RAR 4 (макс.)	662 МБ	395 МБ	40,3%	1 мин. 2 сек.
7-ZIP v18.05	7z (норм.)	662 МБ	380 МБ	42,6% 👍	1 мин. 23 сек.
	7z (ультра)	662 МБ	373 МБ	43,7%	2 мин. 20 сек.
	ZIP (ультра)	662 МБ	412 МБ	37,8%	5 мин. 15 сек.

Таблица 3. Время передачи информации

	Формат	Разрешение	Время без сжатия (с)
T1	JPEG	низкое	10,224
T2	JPEG	среднее	10,4032
T3	JPEG	высокое	10,6272
T4	JPEG	низкое	10,4032
T5	JPEG	среднее	10,7392
T6	JPEG	высокое	11,1872
T7	JPEG	низкое	10,7616
T8	JPEG	среднее	11,4336
T9	JPEG	высокое	12,3296
T10	TIFF	низкое	13,6736
T11	TIFF	среднее	17,9744
T12	TIFF	высокое	24

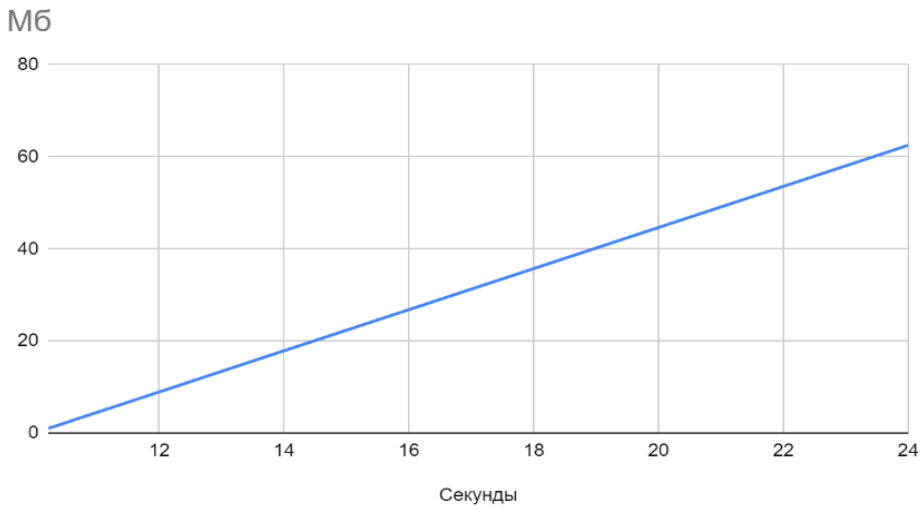

Рис. 7. График зависимости объема файлов от затрачиваемого на все операции времени (без сжатия)

- Расчет со сжатием

При передаче информации со сжатием крайне важным является определение вида архиватора. Проведенный системный анализ дает следующие предпочтения относительно выбора программы сжатия (табл. 3) [4].

Таблица 3. Основные характеристики различных видов архиваторов

Из приведенной таблицы видно, что наиболее предпочтительным можно считать три варианта – три архиватора, причем самое быстрое сжатие из исследуемых имеет WinRaR ZIP (обычн.) – 25 МБ в среднем сжимается за одну секунду и размер файла сокращается на 37,2%.

Принимая во внимание (5), получим выражение для определения времени передачи со сжатием.

$$t_c = 3{,}5A*B/S + A/V + 10 \qquad (6)$$

где коэффициент B в первом слагаемом образуется в связи с экономией объема после сжатия (принимая во внимание понижающий коэффициент, равный 0.33, так как сжатие имеет смысл только на одном этапе из трёх рассматриваемых, он может быть вычислен в данном случае как 1-0,37*0,33=0,88); A/V – слагаемое, появляющееся за счет потребности сжимать/распаковывать файлы, что влечет за собой дополнительные затраты по времени; V – скорость сжатия файлов; A – определяет объем сжимаемой информации с учетом того, что процесс происходит дважды (сжатие и распаковка). Причем расчет предполагает, что сжатие и распаковка происходит автоматически, без дополнительных человеческих затрат по времени.

Таким образом, для рассматриваемого варианта передачи информации и учитывая данные, приведенные в табл. 3, получим время передачи со сжатием (табл. 4). График зависимости объема файлов от затрачиваемого на все операции времени со сжатием приведен на рис. 8.

Таблица 4. Время передачи информации со сжатием и без

	Формат	Разрешение	Время без сжатия (с)	Время со сжатием (с)
T1	JPEG	низкое	10,224	10,27712
T2	JPEG	среднее	10,4032	10,498816
T3	JPEG	высокое	10,6272	10,775936
T4	JPEG	низкое	10,4032	10,498816
T5	JPEG	среднее	10,7392	10,914496
T6	JPEG	высокое	11,1872	11,468736
T7	JPEG	низкое	10,7616	10,942208
T8	JPEG	среднее	11,4336	11,773568
T9	JPEG	высокое	12,3296	12,882048
T10	TIFF	низкое	13,6736	14,544768
T11	TIFF	среднее	17,9744	19,865472
T12	TIFF	высокое	24	27,32

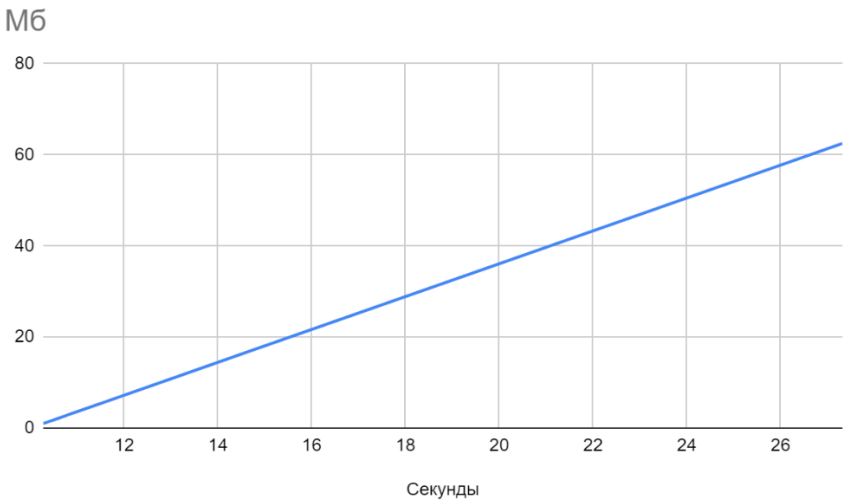

Рис. 8. График зависимости объема файлов от затрачиваемого на все операции времени (со сжатием)

Заключение

Анализ работы операторской телевизионной группы при освещении спортивных мероприятий в плане оперативности работы и качества передаваемых изображений показал, что для более детального сравнения необходимо взять

форматы TIFF и JPEG, с одной стороны, как наиболее адаптированные к используемому техническому оборудованию трансляций, а, с другой, как выигрышные по соотношению время/качество. Более глубокий анализ определил выбор маленького (2784 x 1856) файла формата TIFF низкого качества. Разрешение 2784 x 1856 является все равно достаточно большим для современных телевизоров и мониторов, поэтому не рассматривается в качестве недостатка.

Проведенные расчеты временных параметров передачи информации во время трансляций спортивных мероприятий показали отсутствие необходимости предварительного сжатия файлов.

Conclusion

An analysis of the work of the television camera team in the coverage of sports events in terms of the efficiency of work and the quality of transmitted images showed that for a more detailed comparison it is necessary to take the TIFF and JPEG formats, on the one hand, as the most adapted to the broadcast technical equipment used, and, on the other, as advantageous in terms of time / quality ratio. A deeper analysis determined the choice of a small (2784 x 1856) low quality TIFF file. The resolution of 2784 x 1856 is still large enough for modern TVs and monitors, so it is not considered a disadvantage.

The calculations of the temporal parameters of information transfer during broadcasting of sporting events showed that there is no need for preliminary compression of files.

Литература

1. Документация к камере Nikon d500 URL: https://www.nikon.ru/ru_RU/product/digital-cameras/slr/professional/d500
2. Документация к SD-диску SanDisk Extreme PRO SDHC и SDXC UHS-II URL: https://www.westerndigital.com/ru-ru/products/memory-cards/sandisk-extreme-pro-uhs-ii-sd#SDSDXDK-032G-GN4IN
3. Инструкция к камере Nikon d500 URL: https://downloadcenter.nikonimglib.com/ru/products/323/D500.html

4. Данные по степени сжатия различных архиваторов URL: https://ocomp.info/winrar-vs-7zip.html

References

1. Documentation for camera Nikon d500 URL: https://www.nikon.ru/ru_RU/product/digital-cameras/slr/professional/d500
2. Documentation for SD-disk SanDisk Extreme PRO SDHC и SDXC UHS-II URL: https://www.westerndigital.com/ru-ru/products/memory-cards/sandisk-extreme-pro-uhs-ii-sd#SDSDXDK-032G-GN4IN
3. Instructions for camera Nikon d500 URL: https://downloadcenter.nikonimglib.com/ru/products/323/D500.html
4. Data on the degree of compression of various archivers URL: https://ocomp.info/winrar-vs-7zip.html

© Горячкин Б.С., Казаков Н.А., Семкин П.С., 2022 Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №5/2022

Для цитирования: Горячкин Б.С., Казаков Н.А., Семкин П.С. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗФОРМАТОВ ГРАФИЧЕСКИХ ФАЙЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ВО ВРЕМЯ ТРАНСЛЯЦИЙ СПОРТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ// Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №5/2022.