

МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Институт №8 «Информационные технологии и прикладная  
математика» Кафедра 806 «Вычислительная математика и  
программирование»

**Курсовой проект  
по курсу «Методы, средства и технологии мультимедиа»**

**тема: «Моделирование и видеомонтаж виртуального мира»**

Выполнил: Дубинин А. О.

Группа: 8О-407Б-17

Преподаватель: Крапивенко А.В.

Москва, 2021

## Задание

### 1. Создание анимированной последовательности облета виртуального мира.

Смоделировать в среде фрактального генератора реалистичных ландшафтов VistaPro (или аналогичного) ландшафт, содержащий: горы, снега, солнце или луну, реку с водопадом, озеро или море, деревья. Изменить цветовую палитру одного или нескольких элементов ландшафта для создания эффекта «чужой планеты».

Осуществить облет камерой полученного ландшафта с временной задержкой на крупном плане деревьев в течение 0.5-1 секунды. При построении пути облета обратить внимание на необходимость попадания в объектив всех перечисленных элементов ландшафта. Кроме того, при полете над водной поверхностью необходимо добиться эффекта отражения источника света в воде (т.н. «лунная дорожка»).

Произвести рендеринг облета ландшафта с разрешением не менее 640x480 пикселов продолжительностью от 100 до 200 кадров с сохранением в файл формата AVI с использованием кодека без потерь качества.

### 2. Видеомонтаж в системе нелинейного монтажа видеопоследовательностей.

В среде Adobe Premiere (или аналогичной) создать видеоролик, содержащий:

- анимированные титры, в которых указываются фамилии автора ролика, название дисциплины, группа, год создания;
- фрагменты синтезированной в VistaPro видеопоследовательности, объединенные между собой как минимум двумя эффектами перехода.

Крупноплановый фрагмент ролика необходимо замедлить средствами Adobe Premiere до 4-5 секунд.

Самостоятельно отснять 3-5ти секундный видеофрагмент с собственным участием (можно селфи) на фоне монотонной окраски, отличающейся от цветов персонажей, на любую доступную видеотехнику (допускается моб. телефон).

Наложить фрагмент живого видео с эффектом прозрачности фона (keying) и уменьшением размера фрагмента до 1/4 экрана – на замедленную сцену ролика с крупным планом дерева.

### 3. Создание звуковой дорожки и чистовой рендеринг.

Подобрать соответствующие сюжету звуковые дорожки, наложить их на видеоряд с синхронизацией звука и видео по основным событиям (сценам) с обязательными эффектами fade in, fade out. Предусмотреть выравнивание дорожек по громкости таким образом, чтобы общая громкость звукового сопровождения была примерно на одном уровне, а также отсутствовали пиковые выбросы, приводящие к появлению искажений. Выполнить эквалайзацию для выравнивания общей частотной картины и предотвращения перегруженности сигнала в узких частотных диапазонах. Особое внимание уделить спектру в области низких частот.

Опционально: сымитировать реальное акустическое окружение при помощи эффектов задержки и реверберации.

Экспортировать результат в файлы .AVI, используя 2 кодека: один кодек – без потерь качества, другой – с частичными потерями качества (предпочтительны кодеки, использующие методы DCT или Wavelet).

### 4. Оформление отчета по курсовому проекту.

В разделе "реферат" отчета описать используемое ПО, и технологию сжатия используемого кодека с потерей качества.

В разделе "вычислительная часть" в подготовленных роликах необходимо отобрать кадры, воспроизводящие сцены: начальная часть ролика (с титрами); замедленный крупный план; фрагмент быстрого движения с мелкими деталями.

Для каждого из отобранных кадров привести: содержимое кадра (т.н. «скриншот»); гистограмму яркостей пикселов кадра; изображение, содержащее линейную разность между сжатым и несжатым кадрами (рекомендуется её инвертировать и визуально усилить).

В разделе "анализика и выводы" описать основные навыки, полученные в ходе работы, затруднения в ходе работы, и дать попытку объяснить полученные визуальные разности между роликами без потерь и с потерями качества с точки зрения специфики работы используемого метода сжатия.

# Реферат

## Используемое ПО:

- VistaPro
- HandBrake
- Adobe Premier Pro 2020

Изначально в работе был создан мир в террагенераторе VistaPro, этот результат был экспортирован в формат AVI. Так как мной было принято решение работать в Adobe Premier Pro на MacOs, то возникли проблемы с форматом AVI. Этот формат не используется в Adobe Premier на MacOs. Последующие мои действия заключались, в том, что я перекодировал с помощью HandBrake формат AVI в формат mp4, который уже с легкостью можно было использовать в Adobe Premier Pro 2020.

## Технология сжатия

В Adobe premier pro я использовал формат MPEG-2 на экспорт, так как он обеспечивал и отличное качество с минимальным сжатием и хорошее сжатие, которое можно было сравнить с видео без сжатия.

### Стандарт сжатия MPEG

Стандарты сжатия движущихся изображений MPEG (Motion Picture Experts Group) вырабатываются и принимаются имеющей такое же название группой экспертов при Международной организации стандартизации ISO. Стандарт MPEG-1, используемый в основном при записи видеопрограмм на компакт-диски, был окончательно утвержден в 1993 г., а стандарт MPEG-2, предназначенный в первую очередь для телевизионного вещания, был принят в ноябре 1994 г.

Стандарты MPEG-1 и MPEG-2 имеют много общего, но между ними есть и различия. Метод кодирования движущихся изображений, используемый в стандартах MPEG-1 и MPEG-2, сочетает внутрикадровое кодирование, направленное в основном на уменьшение психофизиологической избыточности в отдельных кадрах, и межкадровое кодирование, с помощью которого уменьшается избыточность, обусловленная межкадровой корреляцией. Подробно оба вида кодирования рассмотрены ниже. Целые кадры и фрагменты могут кодироваться с применением совместно межкадрового и внутрикадрового кодирования (так называемый *гибридный метод*) или только с применением внутрикадрового кодирования.

Определены три основных части стандарта MPEG-2:

- 13818-1 – Systems – устанавливает правила объединения потоков;
- 13818-3 – Audio – определяет кодовое представление сигналов звукового сопровождения;
- 13818-2 – Video – регламентирует кодовое представление и процесс декодирования, сжатие потока за счет устранения пространственной и временной избыточности.

Представление сигналов в форме MPEG-2 позволяет обращаться с видео и звуковыми потоками как с потоками компьютерных данных.

### Основные понятия стандарта MPEG -2

Как уже было сказано, представление сигналов в форме MPEG-2 позволяет обращаться с видео и звуковыми потоками как с потоками компьютерных данных. Поток видеоданных представляет собой иерархическую структуру, объединенную между собой определенными

синтаксическими и семантическими правилами. Структура включает в себя шесть типов блоков:

- видеопоследовательность;
- группа изображений;
- изображение;
- срез;
- макроблок;
- слайс;
- блок.

Видеопоследовательность – элемент потока видеоданных высшего уровня. Представляет собой серию последовательных кадров телевизионного изображения. MPEG-2 допускает построчные и чересстрочные последовательности, подробнее на этом мы остановимся позднее. Определены три типа изображений, в соответствии с методом дифференциального кодирования:

- **I (Intra - coded picture)** – изображение кодируется с использованием только той информации, которая заложена в нем самом; устраняется пространственная избыточность;
- **P (Predictive coded picture)** – изображение, при кодировании которого формируется разность между исходным изображением и предсказанием, полученным на основе предшествующих или последующих I.
- **B (Bidirectional predictive coded picture)** – изображение, при кодировании которого используется предсказание, сформированное на основе предшествующих и последующих I или P.

При кодировании Р и В используются межкадровое кодирование, устраниющее и пространственную и временную избыточность. Серия изображений, содержащих одно I называется группой изображений, стрелками показывается направление предсказания. Чем больше группа – тем больше компрессия (Рис.1).

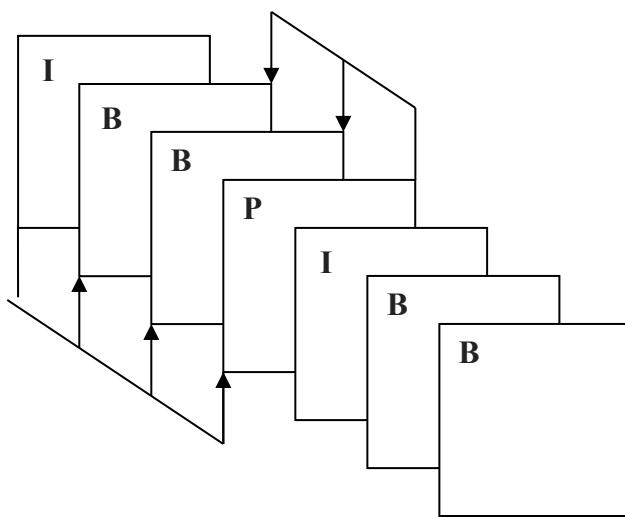


Рис 1.1 Видеопоследовательность трех видов изображений с предсказаниями (стрелками указаны направления предсказаний)

## **Процесс сокращения избыточности**

С информационной точки зрения, каждое изображение представляет собой три прямоугольных матрицы отсчетов изображений: яркостную Y и две цветности Cv и Cr. Стандарт MPEG-2 допускает различные структуры матриц (4:2:0; 4:2:2; 4:4:4).

Каждое изображение делится на срезы, которые состоят из макроблоков. Макроблок содержит блоки размером 8x8 элементов изображения (реже 16x16 элементов); группу из четырех блоков с отсчетами яркости и группы блоков с отсчетами цветности, число которых зависит от формата (по 1, по 2, по 4). Группа следующих друг за другом макроблоков называется *слайсом*. Число макроблоков в слайсе может быть произвольным, главное, чтобы слайсы в изображении не перекрывались. Все структурные элементы потока видеоданных, полученных в результате внутрикадрового и межкадрового кодирования (кроме блока и макроблока), дополняются специальными и уникальными стартовыми кодами («Заголовок – элементы»). В заголовке приводится разнообразная дополнительная информация, например, размеры и соотношение сторон изображения, частота, кодирование, скорости потока, матрица квантования, формат дискретизации цветного изображения, координаты основных цветов и белого цвета, параметры матрицы для формирования яркости и цветоразностных сигналов и др.

Сокращение пространственной избыточности выполняется в изображении типа I и достигается на уровне блока. Набор операций такого кодирования – дискретное косинусное преобразование; взвешенное квантование; энтропийное квантование (кодирование серии коэффициентов косинусного преобразования, полученного в результате диагонального сканирования матрицы). Для повышения точности предсказания используется компенсация движения: оценивается скорость перемещения движения объектов от кадров и при определенных предсказаниях производится коррекция в положении опорного изображения, по отношению к которому находится ошибка предсказания. Определение величины и направления смещения (вектор движения) производится на уровне макроблоков. Оценка вектора – сложная процедура, именно она определяет асимметрию кодека MPEG-2, однако в этом направлении ведутся работы, т.к. эта процедура не определена жестко. Стандарт предполагает сокращение не только пространственной, но и временной избыточности. После компрессии объем изображения Р типичных телевизионных сюжетов составляет 35% от I, В – 25% от I. Т.о., в три раза уменьшается скорость потока данных при приблизительно тех же искажениях. Артефакты же, связанные с движением (в отличие от JPEG и DV) замечаемы тем меньше, чем быстрее движутся изображения.

В случае чересстрочной развертки каждый кадр состоит из двух полей. Первое поле содержит нечетные строки кадра, а второе поле – четные строки. При этом возможно два варианта кодирования всего кадра, выбор, одного из которых осуществляется на основе оценки движения в нем.

В случае кадрового кодирования кодируемым изображением является полный кадр, который целиком хранится в запоминающем устройстве кодера. Кадровое кодирование выбирается в случаях, когда изменения во втором поле кадра относительно первого поля того же кадра незначительны.

В случае полевого кодирования кодируемым изображением является каждое поле по отдельности. Первое поле кадра может использоваться для предсказания макроблоков второго поля и наоборот.

## **Операции кодирования:**

Существует несколько операций кодирования применяемых в стандартеmpeg-2.  
Рассмотрим несколько из них.

**Дискретное косинусное преобразование** (англ. *Discrete Cosine Transform, DCT*) – одно из ортогональных преобразований. Вариант косинусного преобразования для вектора действительных чисел. Применяется в алгоритмах сжатия информации с потерями,

например, MPEG и JPEG. Это преобразование тесно связано с дискретным преобразованием Фурье и является гомоморфизмом его векторного пространства.

Математически преобразование можно осуществить умножением вектора на матрицу преобразования. При этом матрица обратного преобразования с точностью до множителя равна транспонированной матрице. В математике матрицы выбирают так, чтобы преобразование было ортонормированным, а постоянный множитель равен единице. В компьютерных приложениях это не всегда так.

Различные периодические продолжения сигнала ведут к различным типам ДКП. Ниже приводятся матрицы для первых четырёх типов ДКП:

$$\text{DCT-1}_n = \left[ \cos\left(kl \frac{\pi}{n-1}\right) \right]_{0 \leq k, l < n}$$

$$\text{DCT-2}_n = \left[ \cos\left(k(l + \frac{1}{2}) \frac{\pi}{n}\right) \right]_{0 \leq k, l < n}$$

$$\text{DCT-3}_n = \left[ \cos\left((k + \frac{1}{2})l \frac{\pi}{n}\right) \right]_{0 \leq k, l < n}$$

$$\text{DCT-4}_n = \left[ \cos\left((k + \frac{1}{2})(l + \frac{1}{2}) \frac{\pi}{n}\right) \right]_{0 \leq k, l < n}$$

**Квантование** (англ. quantization) — в обработке сигналов — разбиение диапазона отсчётных значений сигнала на конечное число уровней и округление этих значений до одного из двух ближайших к ним уровней[1]. При этом значение сигнала может округляться либо до ближайшего уровня, либо до меньшего или большего из ближайших уровней в зависимости от способа кодирования[2]. Такое квантование называется скалярным. Существует также векторное квантование — разбиение пространства возможных значений векторной величины на конечное число областей и замена этих значений идентификатором одной из этих областей[3].

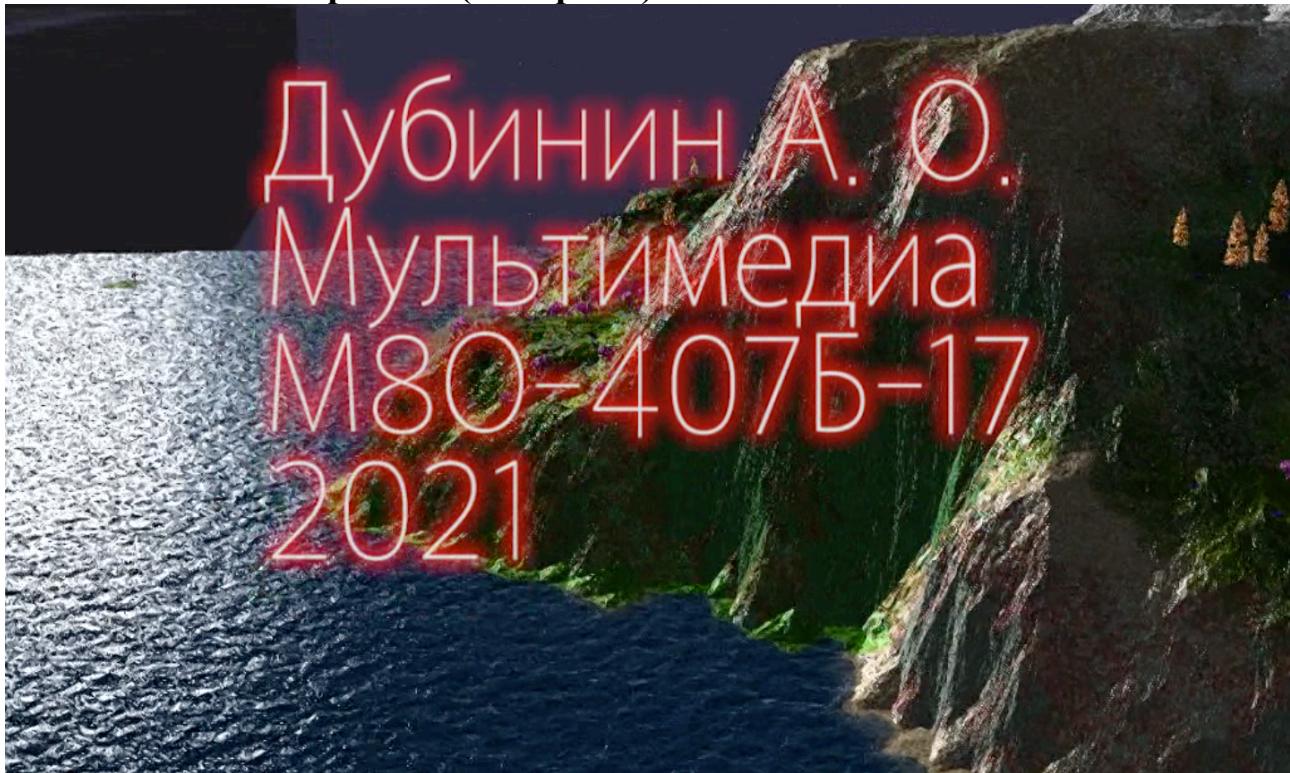
Не следует путать квантование с дискретизацией (и, соответственно, шаг квантования) с частотой дискретизации). При дискретизации изменяющаяся во времени величина (сигнал) замеряется с заданной частотой (частотой дискретизации), таким образом, дискретизация разбивает сигнал по временной составляющей (на графике — по горизонтали). Квантование же приводит сигнал к заданным значениям, то есть округляет сигнал до ближайших к нему уровней (на графике — по вертикали). В АЦП округление может производиться до ближайшего меньшего уровня. Сигнал, к которому применены дискретизация и квантование, называется цифровым.

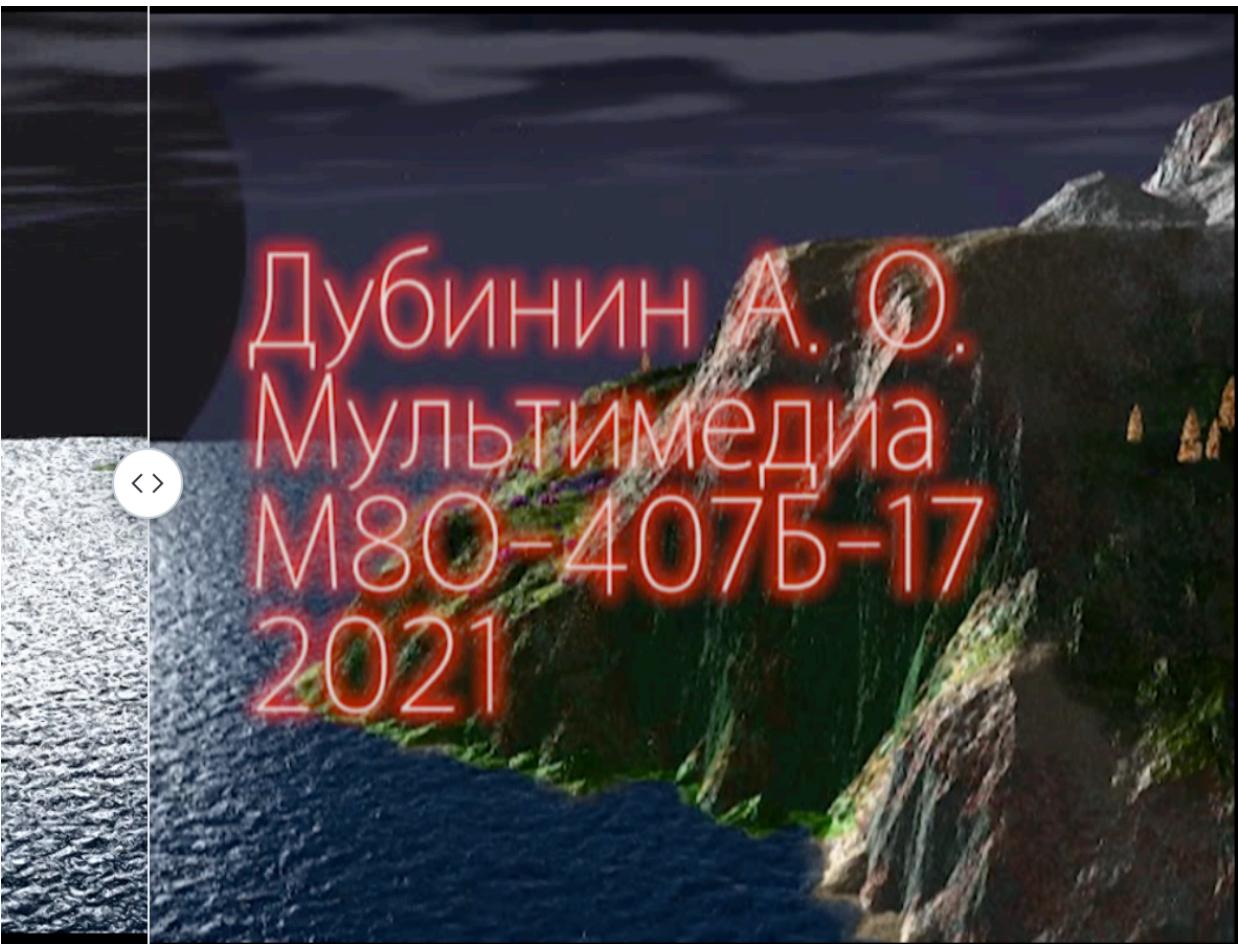
Квантование часто используется при обработке сигналов, в том числе при сжатии звука и изображений.

При оцифровке сигнала количество битов, кодирующих один уровень квантования, называют глубиной квантования или разрядностью. Чем больше глубина квантования и чем больше частота дискретизации, тем точнее цифровой сигнал соответствует аналоговому. В случае равномерного квантования глубина квантования определяет динамический диапазон, измеряемый в децибелах (1 бит на 6 dB)[4].

## Вычислительная часть

**Начальная часть ролика (с титрами):**

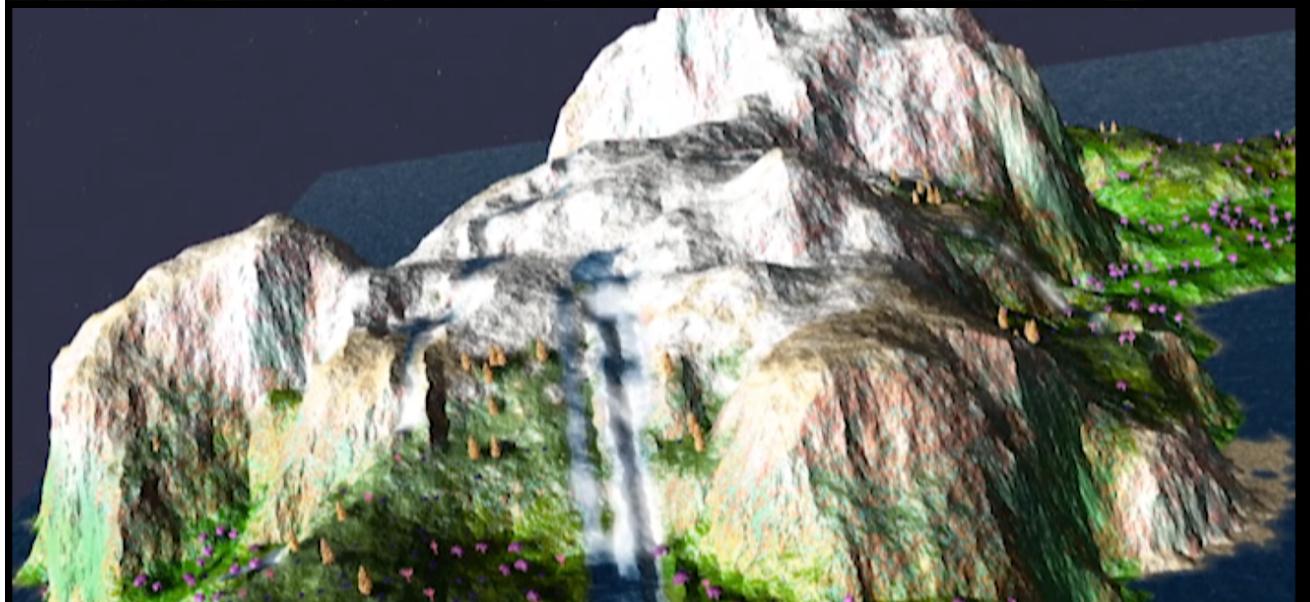
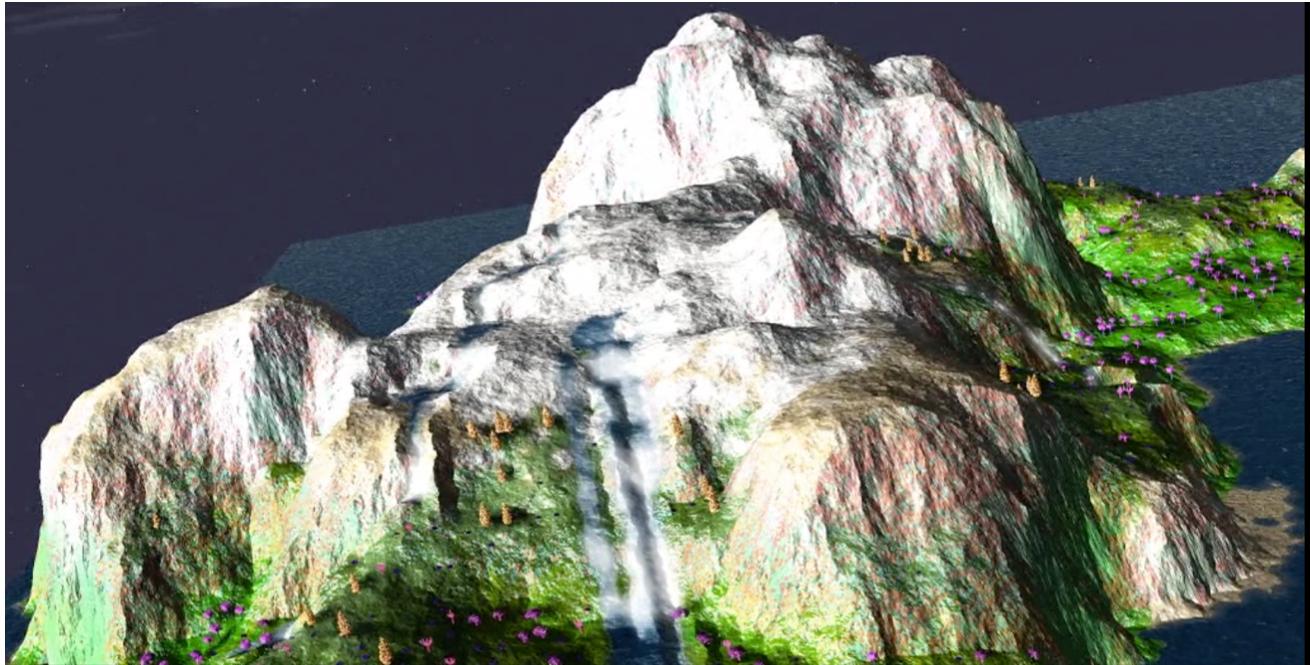


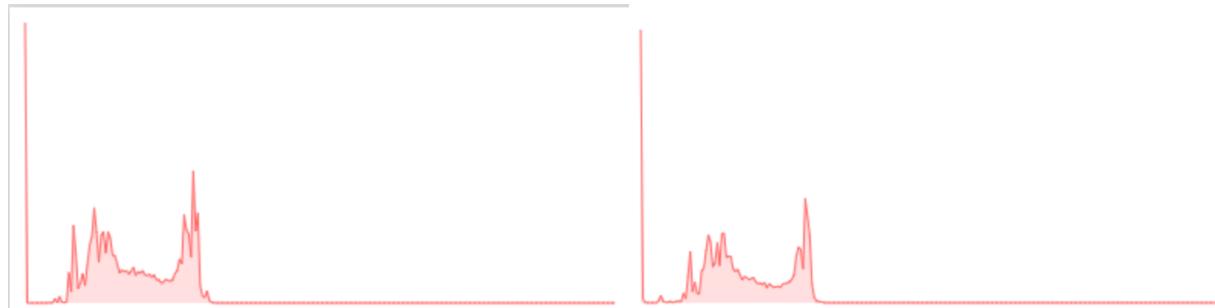
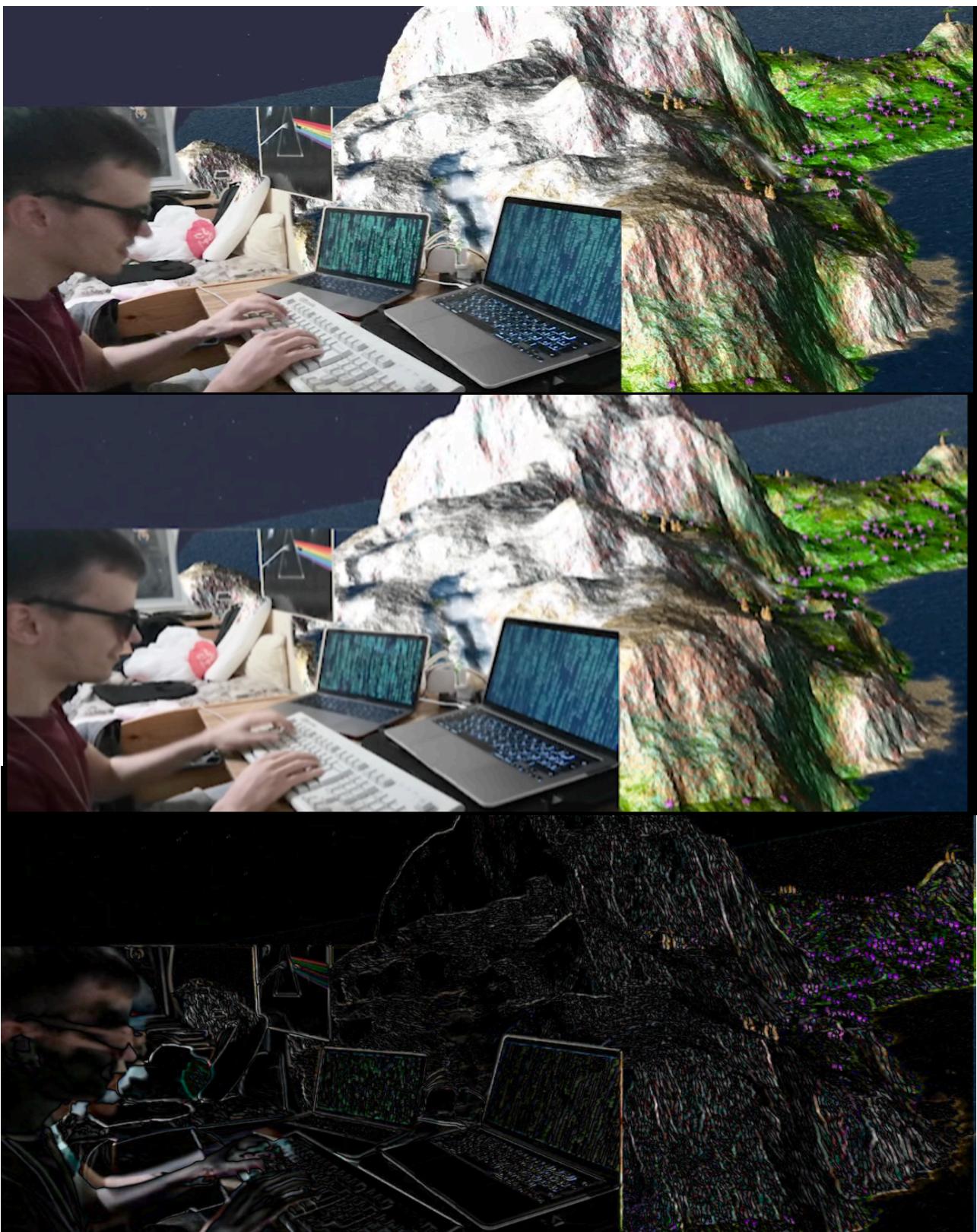


Дубинин А. О.  
Мультимедиа  
М80-407Б-17  
2021

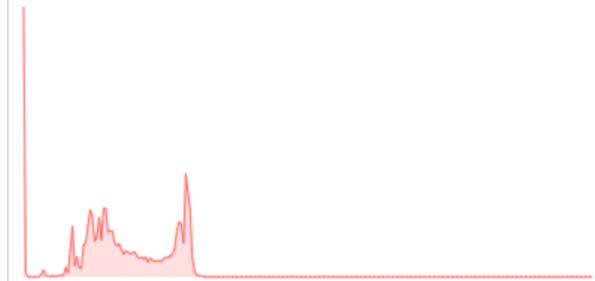
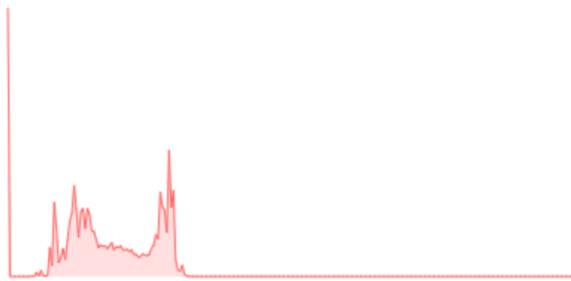
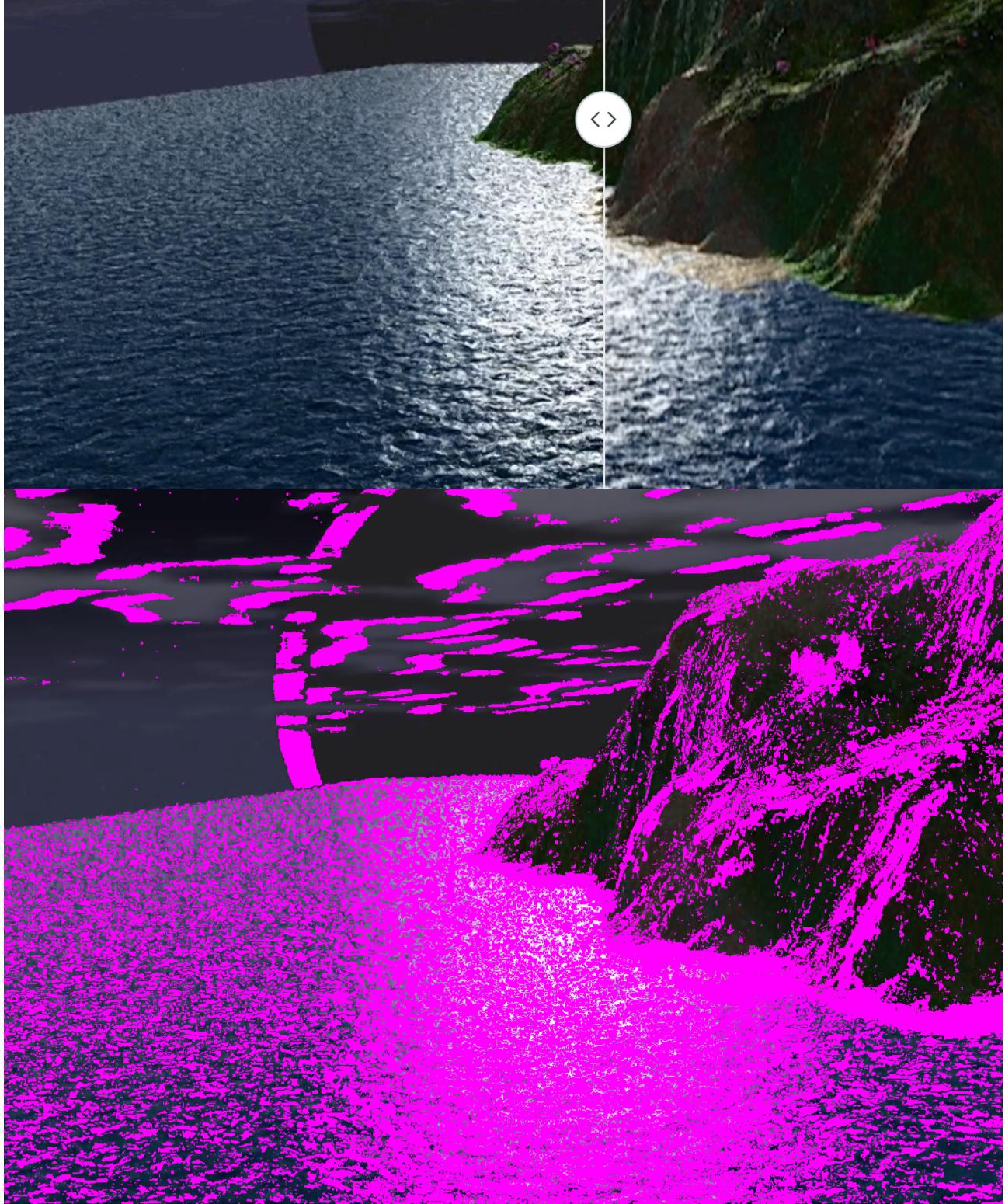


**Замедленный крупный план:**





**Фрагмент быстрого движения с мелкими деталями:**



## **Аналитика и выводы**

Основные проблемы, которые возникли, во время выполнения данной ЛР, заключались в том, чтобы разобраться с интерфейсами программ. Если брать во внимание только VistaPro, интерфейс после просмотра лекции казался довольно простым, единственное напрягало, при работе с данной программой это неожиданные зависания со статусом “no respond”. Поэтому при последующей работы с программой, приходилось сохранять ландшафт.

Работа с Adobe Premier Pro вызвала трудности с разными форматами видео, так как я использовал программу на ОС MacOs, а на MacOs формат avi, который был экспортирован с VistaPro совсем не воспринимался. Задание получилось интересным в том плане, что можно было творчески подойти к этому делу, в частности снять себя на видео.

Различия двух видео, с потерей качества и без потерь можно объяснить несколькими параметрами. Так как в методе MPEG используется межкадровое кодирование, кол-во изображений в группе определяет степень сжатия, если кол-во изображений типа Р и В будет большим в группе I, то степень сжатия будет большой. Так же сокращение пространственной избыточности выполняется в изображении типа I на уровне блока. Операции, которые применяются для сжатия блока - дискретное косинусное преобразование; взвешенное квантование; энтропийное квантование.

Для повышения точности предсказания используется компенсация движения: оценивается скорость перемещения движения объектов от кадров и при определенных предсказаниях производится коррекция в положении опорного изображения, по отношению к которому находится ошибка предсказания. Определение величины и направления смещения (вектор движения) производится на уровне макроблоков. Оценка вектора – сложная процедура, именно она определяет асимметрию кодека MPEG-2, однако в этом направлении ведутся работы, т.к. эта процедура не определена жестко. Стандарт предполагает сокращение не только пространственной, но и временной избыточности. После компрессии объем изображения Р типичных телевизионных сюжетов составляет 35% от I, В – 25% от I

## **Источники**

1. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Квантование\\_\(обработка\\_сигналов\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Квантование_(обработка_сигналов))
2. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Энтропийное\\_кодирование](https://ru.wikipedia.org/wiki/Энтропийное_кодирование)
3. <http://www.videoton.ru/Articles/mpeg/mpeg.html>