

В. Ю. Мокрый

## ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ МАГИСТРАНТОВ НАПРАВЛЕНИЯ «ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ» (ПРОФИЛЬ «ИНФОРМАТИКА») СРЕДСТВАМИ МОДУЛЯ «МЕТОДЫ, АЛГОРИТМЫ И ТЕХНОЛОГИИ СЖАТИЯ ИНФОРМАЦИИ»

Приводится описание последовательности обучения будущих учителей информатики сжатию графической информации на примере алгоритма JPEG для магистрантов, обучающихся по направлению «Педагогическое образование». Исследуются различные варианты проектирования содержания для разных категорий студентов. Показана модель и описывается сайт разработанного модуля.

**Ключевые слова:** последовательность обучения, сжатия изображений, алгоритмы JPEG, MATLAB, профессиональные компетенции, ФГОС ВПО, подготовка будущих учителей информатики, преподавание информатики.

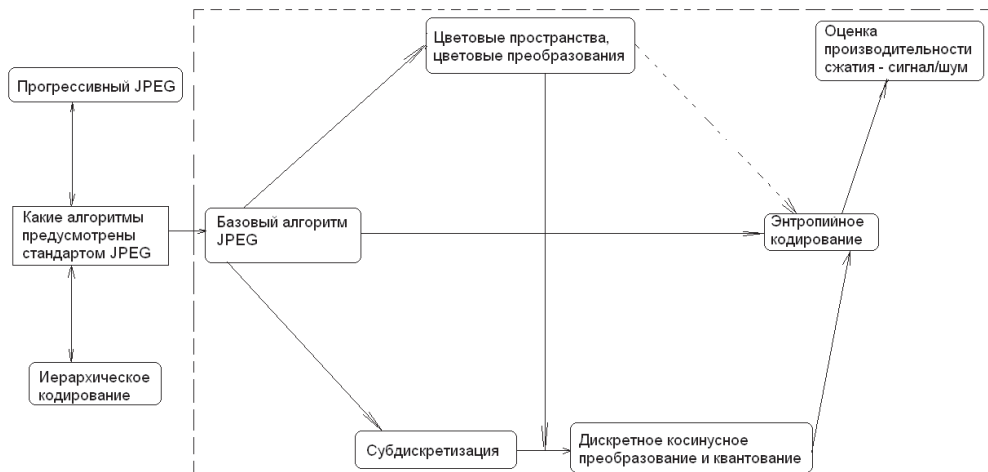
Новые стандарты высшего профессионального образования ориентированы на компетентностный подход и модульный принцип проектирования основных образовательных программ. В связи с введением других стандартов меняются принципы организации обучения: приоритетными становятся внеаудиторные формы обучения студентов. Формированию и развитию общекультурных и профессиональных компетенций магистрантов будет способствовать включение современных знаний, имеющих практический выход, в подготовку магистров направления «Педагогическое образование». Одним из таких направлений является раздел информатики «Алгоритмы сжатия данных». В рамках нашего исследования предложен подход к формированию ряда общекультурных и общепредметных компетенций, а также компетенций в областях научно-исследовательской, проектной и методической деятельности, которые позволят будущему учителю информатики решать профессиональные задачи (например проектировать и осуществлять самообразование). Анализ имеющихся материалов по теме исследования показывает актуальность изучения алгоритмов сжатия данных студентами педагогических вузов [1–5] и необходимость разработки модуля «Методы, алгоритмы и технологии

сжатия данных». Нами предложено содержание модуля для ООП магистров «Информационные технологии в физико-математическом образовании» (направление «Педагогическое образование»).

Поскольку последовательность изложения материала модуля «Методы, алгоритмы и технологии сжатия данных» не определяется однозначно требованиями ФГОС ВПО, то его содержание уточняется образовательным учреждением с учетом разработанных учебно-методических материалов. Раздел «Алгоритмы сжатия графической информации» является ключевым элементом данного модуля (другой основной раздел – «Алгоритмы сжатия текстовых данных»). Содержание раздела предусматривает изучение стандартов JPEG и JPEG2000, алгоритмов фрактального сжатия изображений и сжатия изображений, использующих вейвлет-преобразование. На примере стандарта JPEG приведем последовательность изучения алгоритмов сжатия информации (рисунок).

Определив последовательность изложения материала и взаимосвязь основных понятий раздела, обозначим темы занятий и круг рассматриваемых вопросов:

1. Обзор алгоритма сжатия JPEG. Подготавливается база для дальнейшего изучения материала:



необходимо напомнить цель сжатия данных; привести классификацию алгоритмов сжатия информации (в том числе алгоритмов сжатия графики); объяснить, почему для рассмотрения был выбран именно стандарт JPEG; продемонстрировать примеры применения алгоритма, его плюсы и минусы.

2. Преобразование цветковых пространств. Важно рассмотреть цветковые модели и цветковые пространства, выделить наиболее распространенные из них, указать цветковые преобразования, которые используются в сжатии изображений. Изучение данной темы должно способствовать развитию у студентов представления о том, как происходит формирование изображения, и подготовке к следующему шагу – выполнению преобразований.

3. Использование гистограмм для оценки изображений. Анализ гистограмм позволяет оценить, за счет чего возможно осуществить сжатие изображения. Необходимо привести гистограммы различных изображений, математические характеристики гистограммы (среднее значение, медиана, стандартное отклонение) и показать на различных примерах, каким образом осуществлять анализ гистограммы изображения, какие выводы можно сделать.

4. Ключевые преобразования – субдискретизация, дискретное косинусное преобразование и квантование коэффициентов. Нужно объяснить ключевые принципы внесения потерь в изображение и какие преобразования необходимо выполнить перед кодированием. Таблицы квантования предусмотрены стандартом как для компонент светимости, так и хроматических компонент.

5. Кодирование по алгоритму JPEG и оценки результативности сжатия. Важно показать, каким образом происходит преобразование полученного на предыдущем шаге набора коэффициентов в одномерный массив (зигзаг-сканирование), какие алгоритмы чаще всего применяются для кодирования (алгоритм Хаффмана и арифметическое кодирование). Как и на предыдущем шаге, используются таблицы для кодирования полученных коэффициентов. Не менее важным вопросом является декодирование изображения и оценка потерь, внесенных в изображение при сжатии с помощью отношения PSNR (пиковое отношение сигнал/шум). Кроме того, необходимо показать, что помимо сжатых данных (двоичного представления) передаются таблицы кодирования и квантования, информация о типе примененного алгоритма JPEG (базового, прогрессивного или иерархического) и использованного алгоритма сжатия. Эту информацию можно извлечь непосредственно из структуры изображения, разделенного на сегменты, в которых записана информация о преобразованиях. Добавление служебной информации позволяет однозначно восстановить изображение при декодировании.

Для изложения основных этапов сжатия изображения с использованием алгоритма JPEG (преобразование цветковых пространств, используемые преобразования, энтропийное кодирование) и демонстрации этапов кодирования используются готовые программы (например редактор Photoshop), что способствует развитию у магистрантов преимущественно общекультурных компетенций. В этом случае исследовательская и проектная деятельность минимальна и может быть связана с выполнением заданий в редакторе (исследование представлений изображений в цветковых пространствах, использование гистограмм для редактирования изображений). Редактор предлагает возможность выбора различных вариантов сжатия и уровень внесения потерь в изображение, поэтому можно предложить магистрантам выполнить работу (с приложенным текстом) по проектированию формы в среде MATLAB, позволяющей сделать кодирование изображения с использованием алгоритма JPEG [6; 7].

Допустимы другие варианты изложения материала, способствующие более глубокому пониманию принципов работы алгоритма и развитию не только общекультурных компетенций. Тогда предполагается детальное описание каждого этапа кодирования, проведение лекционных и семинарских занятий, работа на практических занятиях. Этапы кодирования и способы оценки производительности сжатия рассматриваются на аудиторных занятиях. На практических работах выполняются задания, направленные на исследование этапов кодирования изображений и ключевых преобразований. Для уяснения принципов преобразований решаются как расчетные задания (например выполнение ДКП и квантования матрицы коэффициентов), так и с использованием программных средств (в среде MATLAB написать программу, выполняющую преобразования, и проверить правильность вычислений, сделать выводы о свойствах преобразований). Среда MATLAB упрощает изучение принципов программной реализации исследуемого алгоритма сжатия. Выполнение заданий с использованием систем компьютерной математики способствует развитию у магистрантов компетенции в области информационных технологий.

Круг рассматриваемых вопросов, специфика преподаваемого материала предоставляют основания для формирования компетенций в области научно-исследовательской деятельности. Например, можно исследовать зависимость результатов сжатия от разрешения изображения или используемого преобразования. В качестве базового преобразования целесообразно выбрать дискретное косинусное преобразование (ДКП), для сравнения предложить исследовать другие распространенные прео-

бразования, например, преобразование Фурье. По результатам исследования нужно сделать вывод о возможностях использования преобразования для сжатия изображения. Другим возможным направлением исследовательской работы является рассмотрение различных типов цветовых преобразований и примеров их использования для сжатия изображений. Выполненный проект выносится на защиту и представляется на итоговом занятии.

В свою очередь подготовка к семинарским занятиям позволит магистрантам глубже познакомиться с изученным материалом, рассмотрев примеры применения алгоритма. Студенты могут выбирать темы для подготовки к семинарам, исследуя аспекты, которые не были непосредственно изучены на занятиях, предлагать их новое содержание (формирование компетенций в области методической деятельности). Аналогичная схема применяется и для обучения другим алгоритмам сжатия данных.

В процессе разработки модуля «Методы, алгоритмы и технологии сжатия данных» для каждой темы (учебного элемента) были определены следующие параметры: *уровень содержания обучения и ступень абстракции* [8], а также «*качество усвоения знаний*» и «*полнота усвоения*» [9].

Выделяется четыре уровня усвоения содержания обучения: от незнания до творческого владения полученной информацией:

– *ученический (первый) ( $\alpha_1$ )* – начальный уровень усвоения деятельности в процессе обучения, его называют уровнем знакомства. Главной особенностью этого уровня является неспособность учащегося самостоятельно по памяти, без помощи извне (подсказка, инструкция, алгоритм) воспроизводить и применять усвоенную информацию. В рамках рассматриваемого модуля задания первого уровня – это кодирование/декодирование сообщений с помощью приведенного алгоритма, определение показателей производительности сжатия;

– *исполнительский (второй) ( $\alpha_2$ )* – уровень начальной профессиональной деятельности. Учащийся на этом уровне способен воспроизводить по памяти ранее усвоенную информацию и применять изученные алгоритмы деятельности без помощи извне для решения типовых задач. Никакой новой информации здесь не создается, а только воспроизводится то, что ранее было заучено. Исполнительский уровень достигается после детального изучения алгоритмов сжатия мультимедиа-данных;

– *экспертный (третий) ( $\alpha_3$ )* – это уровень высококвалифицированной профессиональной деятельности, достижение которого позволяет учащемуся решать разнообразные задания. При этом требуется выполнять определенный набор *нетиповых (реальных) задач*, которые требуют комбинирования

известных алгоритмов и приемов деятельности (например решение кейсов). Для задач подобного рода необходимо использовать так называемое эвристическое (комбинаторное) мышление, которое приводит к необычному применению известной информации к неизвестным ранее задачам. Эвристические решения, как правило, сопровождаются развернутыми обсуждениями возможных альтернатив и экспериментированием. Деятельность на этом уровне обогащает личный опыт учащегося новой для него информацией, способствуя формированию профессиональных компетенций;

– *творческий (четвертый) уровень деятельности ( $\alpha_4$ )* предполагает способность учащегося добывать объективно новую информацию благодаря уникальной одаренности к данному виду деятельности и хорошей подготовки к ней (изобретать новые устройства и разрабатывать эффективное программное обеспечение).

Кроме того [8, с. 89–90], выделяются четыре ступени абстракции:

– первая – *феноменологическая ( $\beta_1$ )*, на которой описание свойств и качеств объекта науки осуществляется на *естественном языке*;

– вторая – *качественная теория ( $\beta_2$ )*. На этой ступени в результате более полного изучения свойств и качеств объекта (алгоритмов сжатия данных) зарождается *качественная теория объекта*. Она излагается на *специфическом языке данной науки*;

– третья – *количественная теория ( $\beta_3$ )*, представляет собой «результат такого развития науки, когда знание свойств объектов предметной области достигло уровня полного понимания закономерностей его функционирования». На этой основе возникает возможность построения *математической модели* функционирования объекта и удается сформулировать точный прогноз исхода любого процесса, в котором задействован объект;

– четвертая – *аксиоматическая теория ( $\beta_4$ )* – это такая ступень абстракции, когда «сформулированные закономерности и построенные модели обладают настолько *полной общностью*, что объясняют и прогнозируют поведение любых объектов любой природы».

В целом для каждого учебного элемента (УЭ) модуля мы достигаем третьего уровня абстракции (построение и анализ структурных схем работы алгоритмов сжатия данных и кодеков; описание этапов обработки данных с помощью уравнений и математических объектов).

Аналогично выделяются четыре уровня по параметру «*качество усвоения знаний*» ( $\gamma$ ) [9]:

–  $\gamma_1$  – знания, предусматривающие деятельность по воспроизведению;

–  $\gamma_2$  – знания, предполагающие применение в аналогичных ситуациях;

–  $\gamma_3$  – знания, использующиеся в задачах, требующих установления новых связей между понятиями;

–  $\gamma_4$  – знания, предполагающие способность до-страивать систему связей новыми знаниями.

У параметра «полнота усвоения» ( $\rho$ ) две категории:

–  $\rho_1$  – усвоение основных (с точки зрения преподавателя) УЭ, отраженных в содержании обучения;

–  $\rho_2$  – усвоение всех УЭ.

Теперь мы сможем зафиксировать в таблице уровень достижения целей изучения учебного элемента модуля по каждому параметру (параметрическая модель разрабатываемого модуля).

Значения параметров для каждой темы модуля

Название темы	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\rho$
Обзор системы MATLAB	3	2	3	1
Введение в алгоритмы сжатия данных. Алгоритм Хаффмана	2	2	1	1
Алгоритмы арифметического и словарного сжатия	2	3	1	1
Цветовые преобразования	2	2	2	2
Обзор алгоритма JPEG	2	2	1	1
Ключевые преобразования: ДКП и квантование	2	3	3	2
Энтропийное кодирование и оценки производительности сжатия	3	3	3	2
Основы теории фракталов	2	2	1	1
Математический аппарат	2	2	2	1
Детерминистический и вероятностный алгоритмы построения фракталов	2	2	1	2
Фракталы и ландшафты	2	2	1	2
Базовый алгоритм фрактального сжатия	2	3	1	1
Алгоритм Фишера и FE-кодирование	3	3	2	2
Преобразование Фурье	2	2	1	2
Основы теории вейвлетов	3	3	3	1
Алгоритмы сжатия, использующие вейвлет-преобразование: JPEG-2000, SPIHT, EZW и т. п. Сравнение алгоритмов	3	3	3	2

Определение максимального уровня достижения целей обучения способствует выбору адекватных методов, средств и форм обучения, а также облегчает оценивание результатов образования. Из таблицы видно, что при изучении алгоритмов сжатия данных в целом достигается третий уровень деятельности (эксперт). Это может произойти в процессе изучения среды MATLAB, алгоритмов фрактального сжатия и алгоритмов сжатия, осно-

ванных на вейвлет-преобразованиях. Также при изучении указанных алгоритмов достигается третий уровень абстракции (математическая модель и формализация алгоритма сжатия) и формируются представления о межпредметных связях как внутри модуля, так и внешних связях с другими разделами информатики.

Для организации взаимодействия со студентами в процессе обучения был создан сайт модуля «Методы, алгоритмы и технологии сжатия данных» (<https://sites.google.com/site/szatieinformacii/>).

Содержание сайта сгруппировано по двум категориям: страницы, на которых выложены материалы по темам модуля (раздел «Занятия курса»), и страницы, содержащие задания для самостоятельной работы. На страницах «Самостоятельная работа», «Самостоятельная работа 1», «Задание на зачет-проект» размещаются презентации и доклады студентов, подготовленные ими для выступления на семинарских занятиях. Выбору сайта в качестве ключевого инструмента взаимодействия со студентами способствовало наличие разнообразных способов подачи материала, быстрого обновления и средств обратной связи. Сайт постоянно пополняется.

Отбор содержания модуля «Методы, алгоритмы и технологии сжатия данных» осуществлялся с учетом требований подготовки будущих учителей информатики – магистрантов направления «Педагогическое образование». В то же время анализ содержания стандартов и образовательных программ показывает актуальность разработанного модуля для других категорий студентов, например обучающихся по направлению «Информационные технологии в образовании». Стандарт направления подготовки 230200 («Информационные системы» (квалификация «инженер»)) позволяет спроектировать содержание раздела и предложить последовательность обучения студентов данного направления, разработав дополнительные материалы, включив задания на исследования способов программной реализации изучаемых алгоритмов сжатия данных.

### Список литературы

1. Курсы лаборатории компьютерной графики ВМИК МГУ. URL: <http://courses.graphicon.ru/main>
2. Баранова Е. В., Симонова И. В. Современные технологии обучения при подготовке магистрантов по программе «Информационные технологии в инновационном образовании» // в сб. мат-лов конф. «Педагогическое образование в переходный период: результаты исследований 2010 года». 2 марта 2011 года. СПб.: Изд-во «Лема», 2011. 391 с.
3. Мокрый В. Ю. Учебный модуль «Сжатие мультимедиаданных» как инструмент развития профессиональной компетентности будущих учителей информатики // Письма в Эмиссия. Оффлайн (The Emissia. Offline Letters): эл. науч. журнал. Июль, 2010, ART 1435. СПб., 2010. URL: <http://www.emissia.org/offline/2010/1435.htm>
4. Поляничко О. Ю. К проблеме конструирования модели системы аудиторно-внеаудиторной самостоятельной работы студентов педвузов // Вестн. Томского гос. пед. ун-та (Tomsk State Pedagogical University Bulletin). 2006. Вып. 6. С. 149–154.
5. Санникова И. Г. Формирование информационной культуры студентов педагогического университета как актуальная педагогическая проблема // Там же. 2009. Вып. 6. С. 14–17.

6. Проекты, выполненные в среде MATLAB. URL: <http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/>
7. Хусаинов Н. Ш. Руководство к набору лабораторных работ «Кодирование изображений с использованием пакета MATLAB» по дисциплине «теория кодирования информации». Таганрог: ТТИ ЮФУ, 2008. 60 с.
8. Беспалько В. П. Природосообразная педагогика. М.: Народное образование, 2008. 512 с.
9. Стефанова Т. С. Методика обучения неклассическим вычислительным моделям бакалавров физико-математического образования: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. СПб., 2008. 265 с.

Мокрый В. Ю., аспирант.

**Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена.**

Наб. р. Мойки, 48, Санкт-Петербург, Россия, 191186.

E-mail: [av\\_and\\_mt@mail.ru](mailto:av_and_mt@mail.ru), [mokvalera@mail.ru](mailto:mokvalera@mail.ru)

*Материал поступил в редакцию 02.09.2011.*

*V. U. Mokriy*

#### **COMPETENCE DEVELOPMENT OF MASTERS “PEDAGOGICAL EDUCATION” (COMPUTER SCIENCE) BY MEANS OF THE MODULE “METHODS, ALGORITHMS AND TECHNOLOGIES OF COMPRESSION OF DATA”**

The article explains the sequence of training to compression of the graphic information on the example of algorithm JPEG for the masters trained in the programme “Pedagogical education” is resulted. Various types of designing of the maintenance for various categories of students are investigated. The author presents the model and describes the developed module.

**Key words:** *the sequence of training, compression of images, the algorithm JPEG, MATLAB, the professional competence, FGOS VPO, “training future teachers of computer science”.*

**Herzen State Pedagogical University of Russia.**

Moika Emb., 48, St. Petersburg, Russia, 191186.

E-mail: [av\\_and\\_mt@mail.ru](mailto:av_and_mt@mail.ru), [mokvalera@mail.ru](mailto:mokvalera@mail.ru)