

вых сценариев и виртуальных элементов в учебном процессе // Наука о человеке: гуманитарные исследования. 2009. № 4. С. 122–127.

15. *Tsvetkov V.Ya.* Information Situation and Information Position as a Management Tool // European Researcher. 2012. Vol.(36). № 12-1. P. 2166–2170.

16. *Елинер И.Г.* Принципы, критерии определения качества мультимедийных продуктов // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета культуры и искусств. 2011. № 2. С. 24–28.

17. *Бринько И.И.* Структура мотивации учебной деятельности курсантов военного высшего учебного заведения и ее динамика в процессе обучения: дис. ...канд. психол. наук: Иркутск: ИИ Бринько, 1997.

18. Баннистер Б. Реальный масштаб времени – это текущий момент // Мобильные системы. 2006. № 2. С. 52–56.

19. *Цветков В.Я.* Антропоэнтропия как характеристика процессов обучения // Дистанционное и виртуальное обучение. 2014. № 8(86). С. 5–11.

20. *Ледяев В.Г.* Власть: концептуальный анализ // Полис. 2000. Т. 1. С. 97–107.

21. *Vauterin L. et al.* Reclassification of xanthomonas // International Journal of Systematic Bacteriology. 1995. Т. 45. № 3. С. 472–489.

22. *Осин А.В.* Электронные образовательные ресурсы нового поколения: открытые образовательные модульные мультимедиа системы // в сб. науч. ст. «Интернет-порталы: содержание и технологии». 2007. Т. 4. С. 12–29.

### **Scenarios multimedia education**

*Pavel Dmitrievich Kuzhelev, Ph.D., associate professor, Moscow State University of Railway Engineering*

*This article describes the educational scenarios that are created using multimedia technologies. This article describes the principles of training scenarios. This article describes the types of connections in scripts and educational information structures. Article shows particularly time-warping during training. The article claims that the emergence of the educational scenario lies in the field of cognitive student.*

*Keywords. Education, multimedia technologies, scenarios for education, information learning model*

УДК 004.93

## **ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ВЕРИФИКАЦИЯ ЧЕЛОВЕКА В СИСТЕМАХ ТЕЛЕОБУЧЕНИЯ: БИОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ**

*Константин Сергеевич Маркелов, аспирант,*

*E-mail: kosmar89@mail.ru,*

*Валентин Викторович Нечаев, академик РАЕН,  
д-р физ.-мат. наук (ВМАКК), канд. техн. наук (ВАК),  
заведующий кафедрой, профессор,*

*E-mail: nechaev@mirea.ru,*

*Московский государственный технический университет  
радиотехники, электроники и автоматики,  
<https://www.mirea.ru>*

Рассматривается комплексная биометрическая информационная технология, описываются её этапы. Авторами предлагается алгоритм повышения информативности дактилоскопических изображений отпечатка пальцев и соответствующий алгоритм идентификации по дактилоскопическому изображению отпечатка пальца, которые возможно использовать в процессе идентификации обучаемого в телеобучении.

**Ключевые слова:** биометрия, телеобучение, дактилоскопическое изображение отпечатка пальца (ДИОП), комплексная биометрическая информационная технология (КБМИТ), биометрический информационный портрет.

*Исследование выполнено Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Московский государственный университет информационных технологий, радиотехники и электроники» (МИРЭА) за счет гранта Российского научного фонда (проект № 14-11-00854).*

### Введение

Современные информационные системы, технические и программно-алгоритмические средства изменили методологию и возможности образовательного



**В.В. Нечаев**

процесса в целом. Благодаря современным проблемно-ориентированным обучающим программно-техническим комплексам (ПТК), существенным образом расширились как информационно-методические, так и дидактические возможности образования и самообразования. Через посредство различных устройств: ноутбуков, планшетов, смартфонов, персональных компьютеров, имеющих доступ во всемирную



**К.С. Маркелов**

сеть Интернет, стало возможным удалённое общение в реальном времени, т. е. **телеобщение**, между преподавателем и обучаемыми. Благодаря техническому прогрессу обучение становится доступным, универсальным, уникальным, обширным.

Термин телеобщение в контексте данной статьи аналогичен термину **телеобучение**, предложенному профессором М.П. Карпенко [1], а по своей сущности он аналогичен понятию «дистанционное обучение». В дальнейшем изложении авторы будут пользоваться именно термином телеобучение.

Телеобучение прошло уже значительный путь развития, оно интенсивно развивается в настоящее время и, несомненно, будет развиваться в дальнейшем. Однако помимо существующих проблем в процессе развития телеобучения появляются новые, в частности, весьма актуальны такие, как:

- эффективная идентификация человека в течение сеанса обучения;
- проблема контроля выполнения домашних заданий или контрольных работ;
- влияние затрат на внедрение системы идентификации и на стоимость обучения в целом.

Одним из возможных подходов к разрешению сложившейся ситуации по идентификации обучаемых – это внедрение биометрических технологий в образовательный процесс для решения задач идентификации и верификации личности в процессе обучения. Для успешного решения перечисленных проблем особое значение приобретают используемые методы, модели, технологии и средства, используемые для обеспечения идентификации обучаемого как перед началом обучения, так и в процессе обучения или выполнения контрольных и тестовых заданий. Представляется, что наиболее эффективно было бы использование универсальной технологии, включающей в себя человека, а также модели, алгоритмы и программы, реализуемые в виде некоторых системных приложений. Совокупность биометрических методов, формальных моделей,

алгоритмов, средств обработки и хранения результатов составляют технологию, определяемую как *биометрическую информационную технологию*.

### Биометрические информационные технологии

Любая система идентификации должна формироваться по определённым биометрическим информационным технологиям (БМИТ). БМИТ – это развивающееся комплексное научно-практическое направление в структуре информатики. Целевое назначение БМИТ – идентификация личности человека на основе неотъемлемых от его организма предметов, свойств и т. п. [1–3]. Комплексная БМИТ основана на органическом сочетании четырёх этапов информационной деятельности, каждый из которых характеризуется своей технологией, а в совокупности составляют комплексную технологию, направленную на достижение цели по идентификации личности в различного рода задачах по распознаванию, идентификации, верификации (рисунок 1).



Рисунок 1 – Схема концептуальной модели комплексной биометрической информационной технологии идентификации индивида

**1 Биологическая информационная технология (БИТ).** Первый этап связан с организмом идентифицируемого человека. На этом этапе определяются те уникальные, неотъемлемые от организма человека предметы – объекты, процессы и явления, которые дают возможность при определённых условиях решать задачу идентификации личности человека. Таким биологическим предметам, однозначно характеризующим личность человека, присвоим имя «биологические идентификаторы» (БЛИ).

**2 Информационно-измерительная технология (ИИТ).** Второй этап ориентирован на получение (съём) и первичную обработку информации с выделенных на первом этапе БЛИ. Для формирования такой информации используются методы или способы, технологии и средства информационно-измерительной техники.

**3 Компьютерная информационная технология (КИТ).** На третьем этапе осуществляется компьютерная обработка информации, полученной на втором этапе. При этом используются математические и иные методы, адекватные решаемым задачам. Следует отметить, что любой из методов биометрической идентификации должен обеспечивать возможность выделения уникальных особенностей БЛИ и представления их в форме совокупности унифицированных данных, которые будем называть *биометрическим информационным портретом* (БМИП) индивида. Все возможные биометрические методы по БМИП рассмотрены авторами в статьях [2, 4].

**4 Технология идентификации индивида (ТИИ).** На четвёртом этапе осуществляется непосредственная реализация процесса идентификации. На основе определённых методов и алгоритмов осуществляется поиск в *банке биометрических данных* (ББМД) прототипа – такого же или наиболее близкого БМИП. Найденные в ББМД прототипы сравниваются с оригинальными БМИП. По результатам сравнения производится оценка и принятие решения. Если в ББМД не найдено его оригинала БМИП, то он рассматривается как новый и заносится по определённой методике и технологии в ББМД.

Введение в практику решения перечисленных проблем на основе комплексной БМИТ даёт возможность представить в рамках четырёх этапов любой биометрический метод идентификации в форме совокупностей соответствующих задач, т. е. использовать *метод задачной технологии* (МЗТ) [5, 6]. Каждая из таких задач позволяет сформировать некоторую модель решения по идентификации личности в процессе телеобучения. Модель решения задачи идентификации, в свою очередь, позволяет создать приложение или программное обеспечение по идентификации обучаемого, отвечающее

конкретным требованиям по безопасности и ответственности обучаемого со стороны технического контроля за процессом телеобучения.

В настоящей статье для идентификации обучаемого в системе телеобучения предлагается использовать комплексный подход. Общая задача идентификации реализуется по распознаванию дактилоскопических изображений отпечатков пальцев, а для контроля за обучаемым в процессе выполнения контрольных и тестовых заданий – идентификацию в реальном времени по клавиатурному почерку, по работе с мышкой, а также статике и динамике лица обучаемого. Таким образом, для решения обсуждаемой задачи в целом предлагается использовать мультимодальную систему, реализующую для осуществления контроля за процессом телеобучения несколько различных БМИП.



Рисунок 2 – БМИП для осуществления процесса телеобучения (слева направо: дактилоскопическое изображение отпечатка пальца, клавиатурный почерк, работа с компьютерной мышкой)

Практическая реализация задачи идентификация личности проводится перед началом процесса обучения. Для этого разработан алгоритм, решающий задачу идентификации поэтапно. На первом этапе осуществляется предобработка дактилоскопического изображения отпечатка пальца с целью повышения его информативности. На втором этапе реализуется задача идентификация дактилоскопического изображения отпечатка пальца обучаемого.

### *Предобработка дактилоскопического изображения отпечатка*

Общий алгоритм работы программного средства по повышению информативности изображения, а, соответственно, и улучшения качества изображения, формируется согласно модели, описанной в работе [7]. Такой алгоритм включает следующие этапы:

1 Интерполирование последовательности кадров с целью повышения их масштаба: билинейная интерполяция (на выходе – последовательность интерполированных кадров).

2 Перевод последовательности кадров в 256 оттенков серого цвета, т. е. получение на выходе полутоновых изображений, бинаризация и утончение линий до 1 пикселя.

3 Выбор опорного кадра (на выходе – последовательность кадров и опорный кадр). Программа должна распознать, какой кадр является опорным – основным для сравнения и работы дальнейших этапов алгоритма.

4 Определение методом Лукаса-Канаде межкадрового движения (на выходе – смещение кадров относительно опорного по оси  $x$  и по оси  $y$ ).

5 Совмещение кадров или усреднение последовательности кадров (на выходе – одно совмещенное изображение высокого разрешения).

6 Устранение размытости, повышение резкости (на выходе результирующее изображение высокого разрешения с применением фильтра или маски).

Таким образом, первые три этапа относятся к предобработке исходной последовательности кадров низкого разрешения. Этапы 4 и 5 являются ключевыми, результаты их выполнения дают возможность формировать результирующее изображение высокого разрешения. Шестой этап ориентирован на постобработку изображения. Более подробно рассматриваемый алгоритм программного средства представлен в работе [8].

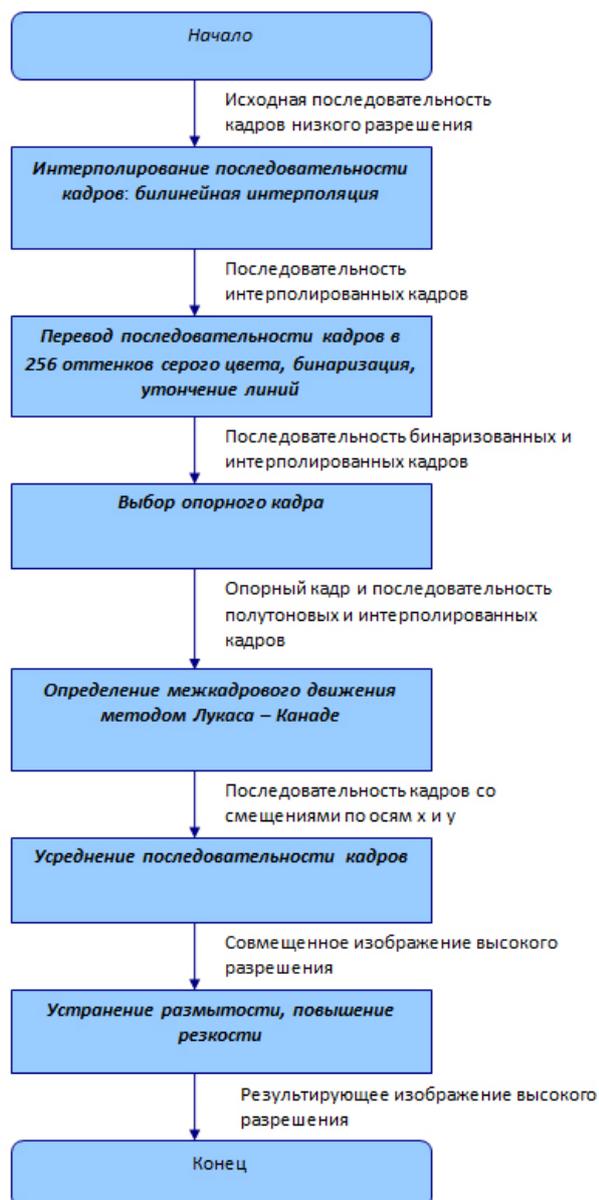


Рисунок 3 – Схема алгоритма повышения информативности изображений методом суперразрешения

зывать преобразование абсолютных параметров минутий к относительным, которое будет учитывать взаимное расположение координат и углов для каждой точки минутий. Для окончательного представления математической модели БМИП было предложено использовать математическое ожидание дискретного ряда для каждой точки. Аналогичное разложение происходит при формировании дискретного ряда в модифицированном методе канонических разложений. В итоге все точки с их взаимным расположением с учётом всех координат и углов представляются в виде некоторого ряда – математической модели – первой части БМИП – (1) и второй части БМИП – (2).

**Первая часть БМИП:**

$$D_{av} = \{ D_{av1}, D_{av2}, D_{av3}, \dots, D_{avi} \} \tag{1}$$

где  $D_{av_i} = \frac{\sum_{j=1}^{N-1} D_{ij}}{N-1}$ ;  $i = [1, \dots, N]$ ;  $j = [1, \dots, N-1]$ ;  $i \neq j$ ;  $N$  – число точек;  $D_i = d_{ij} * \alpha_{1ij}^{norm} * \alpha_{2ij}^{norm}$ ;  $i = [1, \dots, N]$ ;  $j = [1, \dots, N-1]$ ;  $i \neq j$ ;  $N$  – число точек;  $i, j$  – минутии;  $d_{ij}$  – расстояние между точками  $i$  и  $j$ ;  $\alpha_{1ij}^{norm}$  – нормированный угол между направлением точки  $i$  и направлением на точку  $j$ ;  $\alpha_{2ij}^{norm}$  – нормированный угол между направлением точки  $i$  и точки  $j$ .

**Идентификация дактилоскопического отпечатка пальца обучаемого**

1 На получившемся дактилоскопическом изображении отпечатка пальца после повышения информативности необходимо согласно 3-му этапу КИТ **выделить БМИП**. Для такого портрета на основании имеющихся признаков на изображении отпечатка определяются глобальные и локальные признаки. Признаки описываются некоторой моделью. В ней формируется номер, присвоенный конкретному БМИП отпечатка пальца, признаки отпечатка, описанные конкретными видами (окончание или ветвление).

2 На следующем шаге происходит **сортировка признаков БМИП** в зависимости от их вида, считается их количество и строится некоторый ряд уже характеристик.

**БМИП** – это математическая модель конкретного отпечатка пальцев. В основе модели лежат координаты, углы, взаимное расположение типов признаков таких, как окончание и разветвление.

Учитывается в этой модели то, что при сканировании пальца возможно смещение или поворот изображения отпечатка пальца по сравнению с тем, который уже хранится в базе. Для этого предложено использовать

**Вторая часть БМИП:**

$$M = \begin{vmatrix} X_1 & Y_1 & \alpha_1 & T_1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_k & Y_k & \alpha_k & T_k \end{vmatrix} \quad (2)$$

где  $X_i, Y_i$  ( $i \in \overline{1, k}$ ) – координаты минуций на растровом представлении ДИОП, целые числа, величина которых ограничена размером ДИОП в пикселях;  $\alpha_i$  ( $i \in \overline{1, k}$ ) – направление предполагаемого продолжения гребня на ДИОП в точки типа окончание и направление слипания для точки типа разветвление;  $T_i$  ( $i \in \overline{1, k}$ ) – тип обнаруженной точки, битовое поле, принимает 2 значения «разветвление» = 0 и «окончание» = 1;  $k$  – количество минуций на исследуемом БМИ.

3 Шаг **распознавания БМИП**. Идёт поиск соответствия списка особенностей БМИП с имеющимися особенностями разных БМИП отпечатков пальцев в базе данных отпечатков пальцев.

Разработанный программный модуль, основанный на рассмотренном выше алгоритме идентификации обучаемого, даёт возможность решить задачу подтверждения личности как при входе в систему телеобучения, так и в ходе процесса обучения. Однако следует заметить, что для осуществления полного контроля за обучаемыми в процессе выполнения контрольных и тестовых заданий, целесообразно использовать мультимодальные технологии, например, такие как клавиатурный почерк, процесс работы с компьютерной мышкой или отслеживание лица обучаемого.

**Заключение**

Авторы считают, что внедрение биометрических технологий в образовательный процесс уже давно стало реальностью. Чем быстрее развиваются методы биометрической идентификации, становясь при этом более доступными, тем всё более широко будут применяться биометрические технологии в системах телеобучения. Практическое использование биометрических технологий перестает быть лишь темой для обсуждения. Существующие разработки позволяют использовать биометрические средства для идентификации личности в телеобучении. Биометрия позволяет решить множество проблем с установлением и проверкой подлинности личности обучаемого, с возможностью подмены или утери стандартных средств авторизации (ПИН коды, идентификационные карты и т. п.). Биологические идентификаторы всегда с человеком, а соответствующие БМИП, могут долговременно храниться в ББМД. С учётом изложенного выше можно сделать вывод, что использование биометрических технологий в дистанционном образовании позволит:

- осуществлять достоверный мониторинг процесса обучения на всех его этапах;
- повысить доверие к результативности систем телеобучения по отношению к каждому конкретному обучаемому;
- сократить стоимость всего дистанционного образования, так как не нужно выпускать дополнительные идентификационные карты и не думать о самом процессе идентификации;
- повысить доступность инфраструктуры систем телеобучения и сделать образовательный процесс более комфортным.

**Литература**

1. Карпенко М.П. Телеобучение. М.: СГА, 2008. 800 с.
2. Маркелов К.С., Нечаев В.В. Биометрические информационные технологии: актуальные и перспективные методы // Информационные и телекоммуникационные технологии. 2013. № 18. С. 24–42.
3. Маркелов К.С., Нечаев В.В. Систематизация и классификация методов биометрической идентификации. // Современные информационные технологии в управлении и образовании: сб. научных трудов; в 3-х ч. М.: ФГУП НИИ «Восход», 2013. Ч. 1. С. 100–109.

4. Маркелов К.С., Нечаев В.В. Биометрические методы идентификации и верификации человека в системах телеобучения // Информационные и телекоммуникационные технологии. 2013. № 20. С. 50–61.
5. Нечаев В.В. Концептуальное модельное представление задачи как системы // Информационные технологии. 2009. № 9(157). С. 26–32.
6. Нечаев В.В. Раскрытие неопределённости системной задачи, представленной концептуальной моделью // Информационные технологии. 2012. № 12. С. 46–52.
7. Маркелов К.С. Модель повышения информативности цифровых изображений на базе метода суперразрешения. // Инженерный вестник. М.: ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Н.Э. Баумана». 2013. № 03. 18 с.
8. Маркелов К.С., Нечаев В.В. Алгоритм повышения качества цифровых изображений дактилоскопической информации // Информационные технологии. 2014. № 10. С. 44–50.

***Identification and verification of man in the system teleeducation: biometric methods***

***Konstantin Sergeevich Markelov***, postgraduate, The Moscow state technical university of radio engineering, electronics and automatics

***Valentin Viktorovich Nechaev***, academician RAEN, Dr. Sci. Sciences, head of the department, professor,  
The Moscow state technical university of radio engineering, electronics and automatics

*We consider the complex biometric information technology, describes its stages. The authors propose an algorithm to increase the information content of fingerprint image and fingerprint identification algorithm for fingerprint image of a fingerprint that can be used in the process of identifying the student in distance education.*

*Keywords: biometrics, teleeducation, fingerprint image, integrated biometric information technology (KBMIT), biometric information portrait.*

УДК 378.147

**ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ДИНАМИЧЕСКИХ ВИЗУАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ**

***Виктор Яковлевич Цветков***, профессор, д-р техн. наук,  
зам. руководителя Центра перспективных фундаментальных и прикладных  
исследований ОАО «НИИАС»,  
лауреат премии Президента РФ, лауреат премии Правительства РФ,  
Заслуженный деятель науки и образования, Почетный работник науки и техники,  
Почетный работник высшего профессионального образования,  
академик Российской академии информатизации образования (РАО),  
академик Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского (РАКЦ),  
академик Российской академии естествознания (РАЕ),  
академик Международной академии наук Евразии (IEAS), ведущий специалист,  
E-mail: [svj2@mail.ru](mailto:svj2@mail.ru),  
НИИ автоматизированных систем на железнодорожном транспорте,  
<http://www.vniias.ru>