

## СТАТЬИ

УДК 004.891.2

DOI 10.17513/snt.39687

**СТРУКТУРА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ОБЪЕКТИВНОСТИ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ОБУЧЕНИЯ****<sup>1</sup>Бунаков П.Ю., <sup>2</sup>Лопатин А.К., <sup>1</sup>Пименова А.Н.**<sup>1</sup>*ГОУ ВО МО «Государственный социально-гуманитарный университет», Коломна,  
e-mail: pavel\_jb@mail.ru;*<sup>2</sup>*ООО «Базис-центр», Коломна, e-mail: ak\_lopatin@mail.ru*

Информатизация затрагивает различные стороны человеческой деятельности, в частности сферу образования. Если в начале этого процесса основной задачей информатизации являлась автоматизация документооборота и управленческой деятельности (менеджмента образования), то в настоящее время акцент смещается в сторону автоматизации и упрощения деятельности преподавателя. В статье рассматривается автоматизированная система, позволяющая повысить объективность контроля качества обучения путем предоставления преподавателю показателей объективного контроля прохождения образовательного мероприятия и самостоятельности выполнения заданий обучающимися, а также информации о других показателях, которые могут быть использованы для валидации оценки. В работе приводится структура интеллектуальной системы и ее особенности. Авторы предлагают классификацию признаков качества обучения на ретроспективные, подлежащие анализу с помощью методов искусственного интеллекта, и оперативные, контролируемые программно-аппаратными методами с помощью системы датчиков. В основе функционирования описываемой системы лежат методы вычислительной математики и математической статистики, метод анализа иерархий, а также методы искусственного интеллекта. Предлагаемая система не является полноценной заменой преподавателя, она призвана предоставить ему дополнительный объем информации для принятия более взвешенного решения.

**Ключевые слова:** информатизация, система, автоматизированный контроль, анализ иерархий, образование**THE STRUCTURE OF AN AUTOMATED SYSTEM TO ENSURE  
THE OBJECTIVITY OF TRAINING'S QUALITY CONTROL****<sup>1</sup>Bunakov P.Yu., <sup>2</sup>Lopatin A.K., <sup>1</sup>Pimenova A.N.**<sup>1</sup>*State University of Humanities and Social Studies, Kolomna, e-mail: pavel\_jb@mail.ru;*<sup>2</sup>*ООО «Bazis Center», Kolomna, e-mail: ak\_lopatin@mail.ru*

Informatization affects various aspects of human activity, in particular the sphere of education. If at the beginning of this process, the main task of informatization was to automate workflow and management activities (education management), now the emphasis is shifted to the automation and simplification of the teacher. The paper considers an automated system, which allows you to improve the objectivity of quality control of learning by providing teachers with indicators of objective control of the passage of educational activities and independent performance of tasks by students, as well as information about other indicators that can be used to validate the evaluation. The paper presents the structure of intelligent system and its features. The authors propose the classification of learning quality attributes into retrospective, subject to analysis by means of artificial intelligence methods, and operational, controlled by software and hardware methods using a system of sensors. The functioning of the described system is based on the methods of computational mathematics and mathematical statistics, the method of hierarchy analysis, as well as methods of artificial intelligence. The proposed system is not a full-fledged substitute for the teacher, it is designed to provide him with additional information to make a more balanced decision.

**Keywords:** informatization, system, automated control, hierarchy analysis, education

Информатизация является одним из принципов современной парадигмы образования, поэтому программные продукты и автоматизированные системы становятся повседневными цифровыми инструментами в преподавательской деятельности [1, с. 4]. Каждый преподаватель или образовательная организация формируют собственное поле программного обеспечения, исходя из решаемых задач, уровня образования (начальное, среднее или высшее) и контингента обучающихся. По назначению и решаемым задачам отдельные программы и системы можно условно разделить на три категории:

– системы управления образовательным процессом и образовательной организацией (учет кадров и обучающихся, материально-техническое обеспечение, юридическое сопровождение и т.п.);

– системы автоматизации научных исследований и обработки экспериментальных данных (математические, статистические и инженерно-технические расчеты, вычислительные эксперименты, имитационное моделирование и т.д.);

– программное обеспечение для реализации учебного процесса и контроля качества образования (создание электронных учебных материалов, автоматизация под-

держки учебного процесса и оценки усвоения знаний обучающимися, образовательные порталы и т.д.).

Остановимся на последней категории. Назначение соответствующих программных продуктов в числе прочего имеет своей целью обеспечение психологического комфорта преподавателя за счет повышения объективности оценивания обучающихся, включая систему защиты от возможности выставления необъективной оценки с помощью автоматизации процесса оценивания на основе набора объективных показателей [2, с. 37]. В данном контексте преподавателю будет полезен программный инструмент, который поможет обосновать итоговую и промежуточную оценку, а также позволит в процессе контроля сконцентрироваться на контроле знаний, а не формальных признаков.

В статье предлагаются концепция, модель и структура автоматизированной системы, реализующей идею контроля усвоения материала, которая позволит упростить работу преподавателя и достичь максимального уровня объективности оценивания. Для этого необходимо в настройках алгоритмов учитывать особенности образовательного процесса учебного заведения, а также накопленные данные о видах и результатах персональной аттестации обучающихся. Исходя из этого, концепция построения системы базируется на трех основных требованиях:

1. *Динамическое сочетание объективных и субъективных моментов.* Все участники образовательного процесса должны точно понимать критерии и факторы, влияющие на выставление оценок. Система только предоставляет информацию для принятия решения и документирует зафиксированные формальные признаки отклонения от принятых норм. Решение о значимости признаков и их влияния на результирующую оценку принимает преподаватель

2. *Обоснованность и интерпретируемость.* Все пороговые значения показателей, а также отношения между сущностями образуют индивидуальную конфигурацию, соответствующую конкретной процедуре контроля. Преподаватель должен иметь возможность создания и редактирования конфигураций в зависимости от текущих решаемых задач.

3. *Масштабируемость.* Информационная система должна позволять собирать избыточный объем информации и допускать взаимодействие с внешними физическими устройствами (интерфейсы для индикации определенных этапов контроля и/или нарушений принятых норм поведения).

#### Структура системы

Общая структура предлагаемой системы представлена на рис. 1.

Многомодульное клиентское приложение предназначено для работы в следующих основных режимах:

- настройка весов признаков контроля;
- управление базой данных;
- обработка данных, поступающих непосредственно с датчиков;
- документирование выявленных отклонений.

Система ввода-вывода представляет собой человеко-машинный интерфейс, включающий в себя четыре группы программно-аппаратных средств:

- индикаторы, сигнализирующие о наличии признаков нарушений процедуры контроля;
- набор датчиков, генерирующих поток информации об условиях реализации процедуры контроля;
- информационный экран, отображающий сведения о прогнозируемых результатах контроля;
- устройства ввода для взаимодействия непосредственно с клиентским приложением.



Рис. 1. Общая структура системы

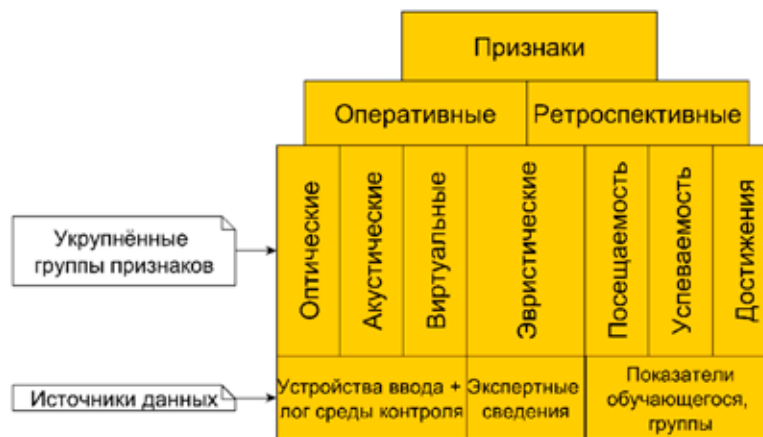


Рис. 2. Структура признаков контроля

База данных предназначена для хранения информации об итогах предыдущих сеансов контроля, настройки признаков системы, а также значений оперативных и ретроспективных признаков.

Модуль генерации признаков представляет собой интерактивный программный комплекс, при работе с которым преподаватель получает возможности указания контролируемых признаков и отношений между ними либо в ручном режиме, либо посредством использования специальной эвристики, основанной на прохождении специальной анкеты. В основе «оцифровки» преобразования нечетких представлений об отношениях лежит метод анализа иерархий [3, с. 9].

#### Признаки, используемые для контроля

При разработке автоматизированной системы предлагается использовать несколько классификаций признаков, связь между которыми показана на рис. 2.

Базовым критерием является разделение всех признаков на две большие группы – оперативные и ретроспективные признаки.

Оперативные признаки могут быть ассоциированы с современными системами

прокторинга. Они отслеживаются в режиме реального времени путем фиксации показаний с различных датчиков и после обработки используются для контроля соблюдения регламента образовательного мероприятия в автоматическом или полуавтоматическом режиме, подобно тому как это было бы реализовано преподавателем в случае физического присутствия. Для повышения точности контроля в системе прокторинга организуется обработка нескольких потоков видео- и аудиоинформации с использованием технологий распознавания аудиовизуальных образов. Структура оперативных признаков с указанием технических средств фиксации приведена на рис. 3.

Группа ретроспективных признаков наполняется с использованием ретроспективного анализа. Для этого оценивается «история» образовательных траекторий обучающихся по приоритетной и смежным дисциплинам. Признаки данной группы позволяют проанализировать корреляцию полученной оценки с предыдущими показателями, выявляя возможную аномальность выставленной оценки, но не давая при этом характеристик и не указывая на ошибочность.

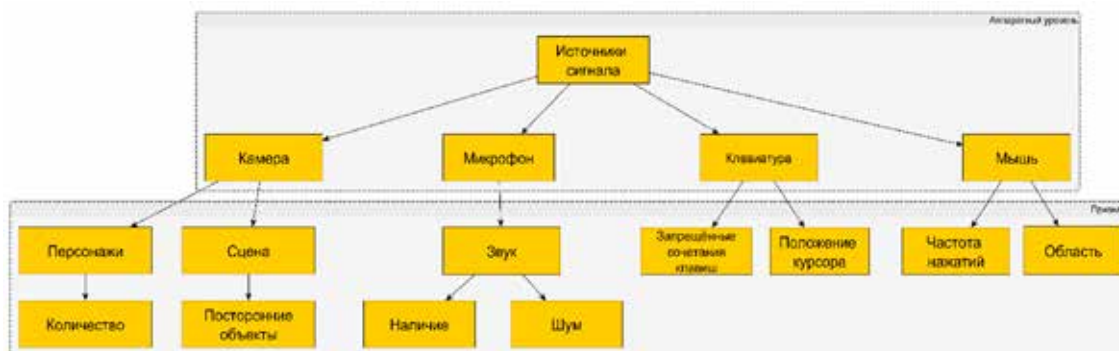


Рис. 3. Признаки и их источники

Кроме того, данные по ретроспективным признакам могут быть полезными при формировании требований для контроля. К данной группе признаков относятся:

- процент посещаемости по выделенному набору дисциплин и общий процент посещаемости;
- средний балл по выборке предметов;
- внеучебные достижения по выборке предметов;
- сложность.

Последний признак является составной характеристикой, включающей в себя объективные и субъективные показатели [4, с. 80]. Количественная мера сложности определяется директивно и по мере накопления содержательной информации корректируется на основе статистических оценок [5, с. 67].

#### *Расчет веса критериев оперативного контроля*

Критерии оперативного контроля, как и любая векторная качественная величина, имеют определенную степень значимости, численно определяемую весовым вектором. Его компоненты определяются преподавателем в зависимости от выбранной стратегии реализации образовательного мероприятия. Например, в одном случае он акцентирует внимание на отсутствии контакта с другими студентами или с техническими средствами, а в другом случае – на тишине в аудитории, но при этом без ограничений на использование любых средств получения информации.

Формализация процесса построения системы оперативного контроля возможна посредством вычисления весов и расстановки приоритетов [3, с. 11], но реализация подобной процедуры вручную затруднительна в силу нескольких причин:

- неизвестно, какие технические средства контроля доступны в аудитории проведения мероприятия;
- сложность формальной оценки отношений между преподавателем и целевой группой обучающихся;
- группы обучающихся, как объект контроля, характеризуются большим «разбросом» показателей как среди членов одной группы, так и между смежными группами;
- изменчивость условий контроля требует регулярного пересмотра весов, что представляет собой значительный объем регулярных вычислений и/или заполнения большого количества параметров;
- часто у преподавателя возникает проблема трансляции имеющегося багажа знаний и опыта в набор формальных требований к системе контроля.

Для преодоления обозначенных проблем предлагается использовать комбинированный подход, использующий методы гуманитарных и технических наук.

Базовую расстановку и корректировку весов целесообразно производить, опираясь на результаты анкетирования. Анкета должна содержать вопросы, уточняющие требования к студентам и «нормальным» условиям в аудитории, а также информацию о технических средствах контроля.

Фактически ответ на каждый вопрос анкеты служит для получения первичного балла (веса) каждого из атомарных критериев и вычисления относительных значений, определяющих степени значимости комбинированных показателей, таких как дисциплина в аудитории, возможность списывания ответов, уровень шума и т.д. Нормализованные веса подобных показателей вычисляются по формуле

$$C_i = \frac{\sum_{j=1}^n w_j \cdot x_j}{\sum_{j=1}^n M(w_j)},$$

где  $C_i$  – значение  $i$ -го показателя;  $n$  – размерность вектора атомарных признаков;  $w_i$  – значимость атомарного признака из анкеты;  $x_j$  – наличие или отсутствие оборудования для объективной фиксации  $j$ -го атомарного признака;  $M(w_j)$  – максимальное значение веса атомарного критерия.

Итоговый нормализованный индикатор  $I$  в каждый момент времени может быть вычислен по формуле

$$I = \frac{\sum_{i=1}^m C_i * X_i}{\sum_{j=1}^m M(X_j)},$$

где  $m$  – размерность вектора комбинированных показателей;  $X_i$  – относительный показатель значимости  $j$ -го комбинированного показателя.

Относительные показатели значимости вычисляются с применением метода анализа иерархий [3, с. 9].

#### *Завершение процесса контроля и оценивание*

Процесс контроля образовательного мероприятия прерывается при наступлении одного из трех событий:

- 1) превышение в определенный момент времени текущего значения показателя  $C_i$  заданной пороговой величины  $\theta$ :  $C_i > \theta$ ;
- 2) сумма штрафных баллов  $\Sigma(T)$ , вычисляемая методом скользящего окна, которые накоплены за определенный промежуток времени, превышает заданный порог  $\mu$ :

$$\Sigma(T) = I(T) + \frac{1}{\varphi(T)} \int_0^T I(\tau) d\tau;$$

$$\Sigma(T) > \mu,$$

где  $\varphi(T)$  – функция, определяющая величину «затухания» реакции системы (степень влияния предыдущих сигналов на текущий интегральный показатель) к моменту времени  $T$ ;  $I(\tau)$  – значение итогового нормализованного индикатора в момент времени  $\tau$ .

С течением времени штрафной балл, накопленный к моменту  $T$ , снижается в зависимости от чувствительности системы (экзогенно устанавливаемая зависимость);

3) завершение процедуры контроля.

В момент выставления непосредственной оценки преподаватель для принятия решения использует вторую часть системы контроля, представляющую собой нейронную сеть, входящую в состав модуля логического вывода, на вход которой подается информация, содержащая ретроспективные и оперативные признаки, описывающие следующие факторы:

1) контролируемая тема – составной набор данных, которые характеризуют тему контроля по таким критериям, как сложность, количество интегрируемых межпредметных связей, количество контролируемых разделов, количество заданий по уровням сложности (как правило, три уровня);

2) контролируемая группа – составной набор данных, характеризующий целевую группу по критериям: количество одновременно контролируемых лиц, наличие лиц с ограниченными возможностями здоровья, средний академический балл, средний процент посещаемости;

3) оценки успеваемости по выделенной группе предметов;

4) прогнозируемая системой контроля оценка;

5) формализованные характеристики обучающихся (текущий рейтинговый показатель, при использовании соответствующей системы оценивания, наличие значимых достижений по дисциплине или связанным дисциплинам, а также внеучебных достижений);

6) текущее количество штрафных баллов.

На выходе нейронная сеть генерирует прогнозируемые оценки – академическую и системы контроля. Поскольку в сети используются временные ряды, в архитектуру нейронной сети включаются два скрытых слоя.

Таким образом, с точки зрения преподавателя, процедура контроля может быть разделена на два этапа:

– контроль непосредственно продемонстрированных знаний в ходе образовательного мероприятия;

– контроль самостоятельности выполнения заданий.

В каждом из видов контроля присутствуют определенные критерии, позволяющие судить о достижении требуемого уровня усвоения материала.

### Заключение

Представленная структура автоматизированной системы обеспечения объективности контроля качества обучения инвариантна относительно содержания и особенностей контролируемых дисциплин, а также видов контроля. Более того, образовательные мероприятия являются только одной, хотя и основной сферой ее применения. Она может использоваться в рекрутинге, кадровом менеджменте, профессиональной ориентации и других областях, где требуется получение объективных оценок тех или иных показателей.

### Список литературы

1. Панюкова С.В. Цифровые инструменты и сервисы в работе педагога: учебно-методическое пособие. М.: Прогресс, 2020. 33 с.
2. Катаев М.Ю., Кориков А.М., Мкртчян В.С. Концепция и структура автоматизированной системы мониторинга качества обучения студентов // Образование и наука. 2017. Т. 19, № 10. С. 30–46.
3. Саати Т.Л. Об измерении неосозанного. Подход к относительным измерениям на основе главного собственного вектора матрицы парных сравнений // Cloud Of Science. 2015. Т. 2, № 1. С. 5–39.
4. Воронин А.Н., Горюнова Н.Б. Принципы варьирования сложностью тестовых заданий // Психология. Историко-критические обзоры и современные исследования. 2020. Т. 9, № 2А. С. 79–89.
5. Наймушина О.Э., Стариченко Б.Е. Многофакторная оценка сложности учебных заданий // Образование и наука. 2010. № 2. С. 58–70.