

ствии с особенностями конкретного объекта исследования. Также использование оптических методов контроля зазора зонд-образец затруднено или невозможно при наличии на исследуемой поверхности оптически прозрачных покрытий.

Электрические методы контроля основаны на использовании для определения величины зазора зонд-образец дополнительных параметров выходного сигнала самого зонда Кельвина, рассматриваемого в данном случае как многопараметрический сигнал. Комплексно-гармонический анализ выходного сигнала вибрирующего зонда Кельвина показывает, что в случае гармонического закона модуляции зазора зонд-образец отношение амплитуд первой и второй гармоник результирующего измерительного сигнала находится в прямой зависимости от коэффициента модуляции зазора m [2], что при известном значении амплитуды вибрации d_m позволяет определять среднюю величину зазора d_0 на основании анализа амплитудного спектра сигнала. Такой анализ должен выполняться в реальном масштабе времени что может быть реализовано на основе цифровых методов обработки сигналов с использованием быстродействующих алгоритмов. В настоящее время в НИЛ полупроводниковой техники БНТУ осуществляется разработка и отладка цифрового измерительного преобразователя на основе динамического конденсатора, использующего для определения гармонического состава сигнала алгоритма быстрого преобразования Фурье. Результаты исследований демонстрируют возможность определения амплитуд первой и второй гармоник сигнала с достаточной для определения и стабилизации зазора зонд-образец точностью на основании дискретизированных отсчетов 4 периодов измерительного сигнала при частоте дискретизации не менее 250 ksps. С учетом отсутствия необходимости определения фазового спектра сигнала, указанные амплитуды могут определяться также по методу быстрого преобразования Хартли [3], обеспечивающего более высокую производительность вычислений.

Помимо анализа гармонического состава сигнала, автоматическое определение и стабилизация зазора зонд-образец может осуществляться

на основе анализа угла наклона компенсационной зависимости цифрового зонда Кельвина, работающего в режиме большого сигнала [4]. Данный метод требует минимум двукратных измерений сигнала при двух различных значениях напряжения компенсации, что увеличивает время выполнения измерений, и потому не может быть рекомендован для применения в быстродействующих сканирующих системах. В то же время, такой метод контроля требует значительно меньшего объема вычислений и может быть реализован с использованием сравнительно маломощного сигнального процессора.

Основным преимуществом электрических методов контроля зазора зонд-образец является независимость результатов измерений от оптических свойств контролируемой поверхности, что является необходимым условием при создании универсальных средств неразрушающего контроля, пригодных для исследования поверхностей различной физической природы.

Литература

1. Тявловский, А. К. Математическое моделирование дистанционной зависимости разрешающей способности сканирующего зонда Кельвина / А. К. Тявловский, // Приборы и методы измерений. – 2012. – № 1. – С. 30–36.
2. Tyavlovsky, A. Complex-harmonic analysis of electric circuit containing a vibrating-plate capacitor / A. Tyavlovsky, A. Zharin // Informatyka, Automatyka, Pomiaru w gospodarce i ochronie srodowiska. – 2012. – № 1. – P. 32–35.
3. Цифровая обработка сигнала сканирующего зонда Кельвина на основе быстрого преобразования Хартли // А.К. Тявловский [и др.] / Современные методы и приборы контроля качества и диагностики состояния объектов: сб. ст. Седьмой междунар. науч.-техн. конф. ; редкол. : М. Е. Лустенков (гл. ред.) [и др.]. – Могилев : Беларус.-Рос. ун-т, 2020. – С. 219–223.
4. Метод управления процедурой приближения и слежения за изменением зазора отсчетного электрода цифрового зонда Кельвина / К.В. Пантелеев [и др.] // Актуальні проблеми автоматизації та приладобудування : матеріали міжнарод. наук.-техн. конф., 07–08 грудня 2017 р. / Є.І. Сокол (голова оргком.) – Х. : ФОП Мезіна В., 2017. – С. 180–181.

УДК 004.384

ОСНАЩЕНИЕ УМНОЙ АУДИТОРИИ

Тявловский К.Л., Свистун А.И., Воробей Р.И., Гусев О.К., Жарин А.Л., Микитевич В.А.,
Пантелеев К.В., Тявловский А.К.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Рассмотрен пример оснащения учебной аудитории программными и аппаратными средствами с целью повышения эффективности образовательного процесса и формирования новых функциональных возможностей. Использование цифровых технологий в оснащении умных аудиторий обеспечивает непрерывность образовательного процесса и организацию дистанционного обучения, интеграцию образовательного процесса с другими учебными заведениями.

Ключевые слова: умная аудитория, цифровые технологии, образование, обучение.

EQUIPMENT OF SMART AUDIENCE

Tyavlovsky K., Svistun A., Vorobey R.I., Gusev O.K., Zharin A., Mikitsevich U., Pantsialeyeu K., Tyavlovsky A.

Belarusian National Technical University
Minsk, Belarus

Abstract. An example of equipment of educational audience program and hardware for the purpose of increase of efficiency of educational process and forming of new functional capabilities is reviewed. Use of digital technologies in equipment of smart audiences provides a continuity of educational process and the organization of distance training, integration of educational process with other educational institutions.

Key words: smart audience, digital technologies, education, training.

*Адрес для переписки: Гусев О.К., пр. Независимости, 65, г. Минск 220113, Республика Беларусь
e-mail: ktyavlovsky@bntu.by*

В настоящее время под определением «Умная аудитория» обычно понимают структуру, основанную на взаимодействии информационных и коммуникативных технологий и интернета вещей (IoT), предназначенную для обеспечения устойчивого роста качества преподавания, повышения эффективности образовательных процессов, сокращения непроизводительных затрат времени на действия, не связанные с процессом обучения, создания благоприятных комфортных условий для преподавателя и обучающихся, и повышения эффективности государственных расходов за счет использования цифровых технологий.

Основными задачами, решаемыми при комплексном использовании информационных технологий [1] являются создание единой образовательной среды и интеграция с другими ВУЗами на внутреннем и международном образовательном и научном пространстве. В современных условиях применение средств умных аудиторий обеспечивает непрерывность образовательного процесса и организацию дистанционного обучения на высоком уровне.

Одними из основных принципов организации умной аудитории являются гибкость и адаптивность. Использование распределенных систем управления на базе микроконтроллеров, связанных с управляющим сервером аудитории (рис. 1), обеспечивает управление электропитанием, искусственным и естественным освещением по сценариям (например, при запуске сценария «лекция» система управления включит все необходимое оборудование, опустит экраны проектора, включит освещение, выставит необходимую предустановленную температуру кондиционера, задвинет шторы, направит камеру на лектора). При этом использование солнечной станции электропитания даже небольшой мощности позволяет существенно снизить расходы энергии, потребляемой от электросети 230 В. Контроллеры с индивидуальными датчиками и исполнительными устройствами, связанные локальной сетью, обеспечивают автоматическое поддержание рекомендованного санитарными нормами уровня освещения, за счет регулирования естественного (шторы) и искусственного

(светильники) освещения в аудитории, воздухообмена и других параметров микроклимата. Параметры внутреннего микроклимата контролируются внутренней метеостанцией, а внешние – наружной, с дополнением недостающих данных информацией, полученных из глобальной сети Интернет. В качестве периферийных устройств контроллеров могут, например, использоваться:

- источники общего и локального освещения, включая местное освещение с зональной регулировкой цветности,
- устройства климат-контроля (температура, воздухообмен и т.д.);
- общее и локальное звуковое сопровождение и т.д.

Система телевизионного наблюдения умной аудитории образована несколькими группами камер. Для видеотрансляции изображения лектора в центре кадра независимо от его положения в аудитории и его перемещений, например, к одному из рабочих мест учащихся, используется поворотная PTZ-камера со слежением за положением лектора в аудитории. Демонстрацию предметов, документа или опыта на все доступные в аудитории экраны с целью ознакомления всех обучающихся с редкими и недоступными для непосредственного наблюдения объектами, обеспечивает документкамер, совмещенная с видеокамерой-микроскопом. Видеокамера лектора и документкамера используются для создания аудио-видео архива проведенных занятий и мероприятий, например, конференций. Одна или несколько видеокамер с функцией распознавания и идентификации лиц из базы изображений (<https://avant.by/catalog/>) обеспечивают автоматическую идентификацию обучающихся, входящих в аудиторию, ведение журнала посещаемости, распределение учащихся по рабочим местам, распределение и учета индивидуальных заданий, учет успеваемости. Отметим, что алгоритмы видеоаналитики распознают людей как по лицу в целом, так и по отдельным его участкам. При этом фильтруются такие объекты, как очки, медицинские маски, головные уборы.

Внутренняя система видеонаблюдения может быть подключена к системе охранного телевиде-

ния, обеспечивая безопасность учащихся и работников ВУЗа. Система видеомониторинга, включающая специализированное программное обеспечение, например, Kirod, помимо распознавания лиц умеет фиксировать задымление, делать ситуационную аналитику (фиксировать

неадекватное поведение учащихся, оставленные без присмотра предметы). Модификация программного обеспечения видеоаналитики позволит также осуществлять мониторинг физического состояния, внимания, усталости учащихся.

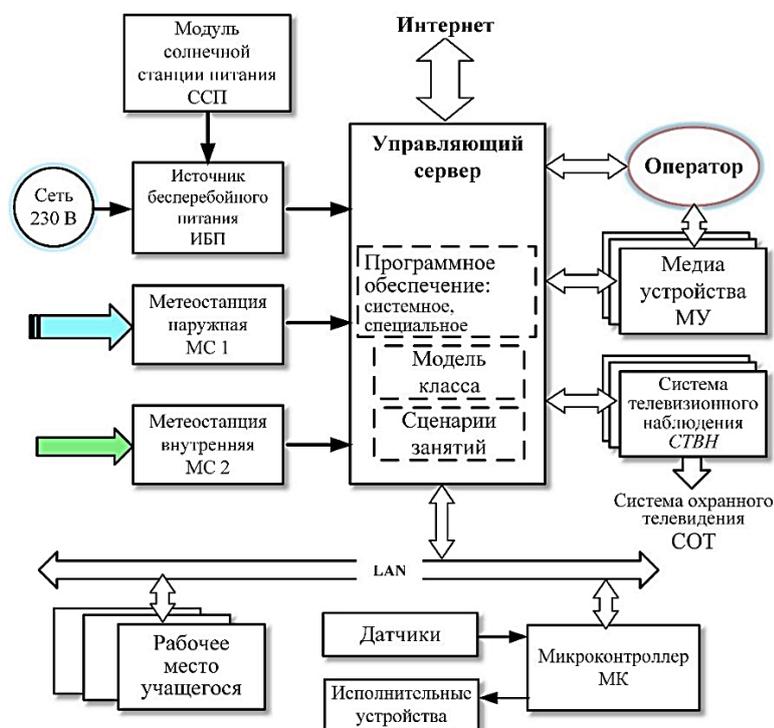


Рисунок 1 – Схема оснащения умной аудитории

Программное обеспечение умной аудитории частично использует технологии нейронных сетей. При этом нейронная сеть обучается каждый день, а наборы данных формируются из всех возможных источников: личного архива, видео из архива аудитории и учебного заведения, из интернета.

Мультимедийное оборудование рабочих мест лектора (докладчика) и обучающихся используется для усиления речи преподавателя и звукового сопровождения мультимедийных учебных материалов. Расширение функциональности медиасредств обеспечивается программным модулем системы синхронного перевода, что дает возможность проведения лекционных занятий с иностранными преподавателями (иностранцами студентами). Также медиа устройства предоставляют возможность публичного выступления учащихся. Реализация учащимися собственных проектов «Умная аудитория» делает процесс обучения интерактивным, увлекательным занятием, приводящим к углублению полученных знаний.

Аппаратно-программное оснащение умной аудитории помимо перевода качества образовательного процесса на новый уровень также автоматически обеспечивает контроль использования аудитории и качества оказываемых образовательных услуг, способствует повышению статуса учебного заведения. При любом уровне оснащения и функциональности оборудования умной аудитории это всего лишь инструмент для организации учебного процесса, и без живого общения в аудитории даже используя весь арсенал технических инноваций невозможно достичь максимальной эффективности образовательного, и воспитательного, процесса.

Литература

1. Концепция «Умный город»: научно-практические аспекты : монография / О. С. Голубова [и др.] ; под общ. ред. А. В. Губерта. – Ижевск : УИР ИжГТУ им. М. Т. Калашникова, 2021. – 224 с.