

КОМПЬЮТЕРНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

УДК 658:512.011: 681.326: 519.713

ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВОГО МОНИТОРИНГА И ОБЛАЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ КИБЕРФИЗИЧЕСКИМИ СОЦИАЛЬНЫМИ ПРОЦЕССАМИ

МИЩЕНКО А.С., КУЛИКОВСКАЯ Ю.А.

Показывается развитие моделей, методов, алгоритмов и программных средств создания цифровых систем управления наукой и образованием в университете за последние годы. Определяются узкие места и преимущества наиболее интересных моделей и методов, опубликованных в специальной литературе: материалах конференций и журналах. Формулируются пути исследования, ориентированные на устранение узких мест и использование наиболее эффективных существующих решений для разработки теоретических основ и практических средств системно-ориентированного управления образовательными и научными процессами.

1. Технологизация образования, науки и научных процессов

Рассмотрим ряд публикаций, которые могут служить кандидатными решениями для реализации университета будущего в новой платформе. Очевидно, что ключевыми являются вопросы мониторинга и управления образовательными и научными процессами в университете. Поэтому основные направления исследования составляют:

- технологический инструментарий [2, 3, 5, 6, 9, 14, 18, 32, 38-40, 94, 101, 102, 105, 106, 117-119, 121, 122, 123, 124];
- инфраструктура [1, 4, 15-17, 45, 47, 48, 54, 56, 57, 62-66, 69-72, 79-81, 84-88, 114, 120];
- методология передачи знаний между дисциплинами и через время [10, 27-31, 33-37, 41-44, 49, 51, 58-61, 67, 68, 73, 91-93];
- правила и средства коммуникации [7, 8, 19-23, 46, 74-78];
- управление репутационным капиталом, рейтинг и приоритеты исследований, мнений, ранжирование результатов [11, 12, 13, 24-26, 50, 52, 53, 55, 82, 83, 89, 94, 95-100].

Анализ современных подходов в образовании и науке показывает, что существует прямая зависимость качества процессов при использовании современных инструментов и сервисов [103, 104]. Ключевой ячейкой и центром приложения сил является университет. Такое место обусловлено тем, что университет объединяет в себе процесс подготовки специалистов по фундаментальным и многим прикладным наукам, а также научно-исследовательскую работу.

Законы Украины об образовании, науке и научной деятельности [109, 110] определяют уровень

развития науки и техники “визначальним фактором прогресу суспільства, підвищенням добробуту його членів, їх духовного та інтелектуального зростання”, а також “основою інтелектуального, духовного, фізичного і культурного розвитку особистості, її успішної соціалізації, економічного добробуту, запорукою розвитку суспільства”. Очевидно, что подобные характеристики, факторы всегда идут “пакетом” и зависят друг от друга. Согласно [109], собирательным термином, который обобщает и определяет их совокупность, может служить “промышленная революция”, основой которой является технологическая платформа. Исходя из сказанного выше, можно рассматривать университет как набор моделей, методов и алгоритмов, являющихся ячейкой такой платформы.

Основываясь на [108], можно утверждать, что в настоящее время происходит, а точнее, подходит к завершению, третья промышленная революция, которая влечёт за собой смену технологической платформы. Как следствие, процессы образования и научной деятельности будут изменены.

Важно рассмотреть перечисленные выше аспекты не только с точки зрения учащегося, как объекта в образовательных процессах, и учёного в научной деятельности, но также включить в этот процесс другие слои социума сквозь киберфизические системы.

Такой подход в модернизации процесса обучения предложен в [36] для анализа процесса совместной работы в целях достоверной оценки технического образования. Во многих странах принята модель обучения на основе результатов для обеспечения качества в области технического образования. Традиционные и достоверные оценки нацелены на измерение успеваемости учащихся по данной модели. В то время как традиционные оценки представляют собой результаты обычного метода тестирования знаний учащихся, достоверные оценки являются более прагматичными и направлены на интеграцию знаний, отношение учащихся в профессиональном контексте. В иерархической образовательной системе, где технологический университет объединяет несколько учреждений, отмечается, что отсутствует систематический процесс совместной работы преподавателя и студента для выявления достоверной оценки. В данной статье предлагается решение этого вопроса для автоматизации процесса совместной работы, чтобы университеты и факультеты могли выставлять достоверную оценку студентам. Совместное обучение пропагандируется как будущее технического образования. Предлагается решение, как автоматизировать процесс сотрудничества для достоверной оценки. Экспериментальное реше-

ние было опробовано в институциональной среде и может быть распространено на университеты с аффилированными учреждениями. Исследовательская работа в этом направлении проводится для межведомственного сотрудничества в нетехнических университетах Индии. Такое же направление применяется в других странах, которые приняли систему оценивания знаний по результатам обучения на основе метода обеспечения качества для технического образования и придерживались иерархической структуры для университетов, имеющих связанные с ними технические учреждения. Чтобы усилить взаимодействие между институтом и факультетами, многие корпорации, такие как «Инфозис», «Ви-про», запустили программы технической финализации, чтобы предоставить студентам возможность учиться у профессионалов реального мира. Недостатком такой модели может быть реализация не на базе общей платформы, включение личных траекторий преподавателей, учёных и студентов для формирования достоверных оценок.

Ещё один подход предлагается авторами работ [37, 38] и предполагает использование модернизации учебной программы с помощью тематических образовательных модулей. Проект, финансируемый Национальным научным фондом США, был начат в 2011 году на факультете машиностроения в Университете Майами в целях создания онлайн-учебных модулей для повышения эффективности работы студентов. Чтобы повысить квалификацию в вычислительном и экспериментальном анализе, были разработаны модули. В результате они были сгруппированы по пяти направлениям в виде тематических студий. Модули содержат мультимедийный контент и предназначены для использования в качестве дополнительного материала курса или самостоятельного изучения учащимися для подготовки к исследовательским задачам или для обзора конкретных концепций из предыдущих курсов. Если использовать данную разработку для расширения существующих курсов, то можно будет вводить лабораторный или экспериментальный контент для лекций только в форматах курса, что важно для модульного образования. Установлено, что это особенно эффективно в привлечении студентов и позволяет вводить новые темы с минимальным нарушением существующей ежедневной программы курса. Поскольку оценка и постоянное совершенствование являются неотъемлемой частью проекта, в работе представлены данные из двухлетнего процесса оценки и описаны изменения в проекте. В статье также содержится обсуждение планов расширения модулей и методов хранения контента.

Учебные модули «Вычислительные эксперименты» [39] состоят из нескольких тематических обучающих пунктов на основе выделения связи между экспериментальным и вычислительным анализом. Модули могут использоваться для внедрения лабораторных занятий в курс, подготовленных только для определенной группы студентов, просмотра специальной темы или использования в подготовке, связанной с исследованиями. Модули спроектированы так, чтобы их можно было легко обновлять, поэтому преподаватели могут создавать исследовательские темы обучения для своих студентов, которые будут их вдохновлять на научную деятельность. Онлайн-форма модулей делает их доступными для других институтов, а широкие библиотеки экспериментальных данных позволяют присваивать задания в соответствии с конкретными возможностями. Данные оценки свидетельствуют о том, что эти модули были хорошо восприняты студентами и способствовали их обучению. Несмотря на это, данный метод содержит ряд недостатков, например, отсутствие общей платформы, отсутствие влияния профессионального сообщества как части рассматриваемого процесса обучения.

Интерактивные инструменты для обучения автоматическому управлению представлены в [40, 41]. Автоматическое управление охватывает широкий спектр тем от математики и до компьютерных наук. Хороший инженер должен осваивать самые разные концепции, методы и идеи. Кроме того, выпускники высших учебных заведений должны иметь возможность применять все свои знания в решении реальных прикладных проблем. Типичные задачи, которые они должны решать, включают в себя математическое моделирование, анализ, проектирование и внедрение. Способность решать эти проблемы в значительной степени зависит от ряда концепций, таких как обратная связь, стабильность и надежность. Поскольку динамика является ключевой особенностью, инженер должен иметь хорошее представление о динамических системах. Необходимость обеспечить студентов сильной теоретической базой и инженерными способностями – главная задача обучения автоматическому управлению. Теоретические вопросы, обычно связанные с математическими методами, можно успешно преподавать даже в группе студентов со средним уровнем знаний. Квалификация инженера требует понимания и интуиции, которые не так легко привить студентам. Ранее инженеры приобретали эти навыки благодаря обширному лабораторному практикуму. Поэтому они смогли сразу увидеть последствия изменения параметров и структуры системы в динамике. За послед-

ние двадцать лет наблюдается активная разработка программного обеспечения для численных расчетов и моделирования. Хотя эти системы очень мощные, взаимодействие с роботами все еще довольно громоздко. Оно часто зависит от объемных итераций и глубокого знания программного обеспечения. Эксперименты показали, что настало время для нового поколения интерактивных обучающих инструментов управления, которые основаны на объектах, допускающих прямую графическую манипуляцию. Этот инструментарий является естественным дополнением к традиционному способу преподавания и позволяет студентам быстро получить понимание и мотивацию. В статье представлены модели для: 1) симулирования динамических систем; 2) проектирования интеграционных процессов управления; 3) анализа динамических систем как класса; 4) отображения линейных систем; 5) систем с открытым и закрытым контуром; 6) ограничений проектирования. Недостатком предложенного метода является отсутствие общей платформы и сохранения истории для дальнейшего анализа и улучшения процесса.

2. Управление и мониторинг на государственном уровне

В статье [27] представлена новая модель реализации портала, в котором собраны данные о результатах процесса обучения, а также метод обработки и мониторинга для формирования интеграционного общего показателя. Система представлена централизованным хранилищем, позволяющим параллельные онлайн-транзакции между распределенными пользователями (учащимися). Новизна такого подхода состоит в идее адаптации семантической надстройки для управления различными результатами обучения, которые позволят выработать упрощенный подход для вычисления межорганизационного рейтинга. Данный проект запущен в Малайзии и имеет государственную поддержку. Результаты обучения структурированы по уровням, начиная с нижнего, называемого результатами курса, который более специфичен для оценки результатов обучения, вплоть до более общих уровней, направленных на оценку результатов для конкретного курса или программы в целом. Исследование нацелено на разработку полной модели метаданных и связывание метода оценивания для реализации совместимости концепций в единой модели оценивания результатов обучения на основе достигнутого образовательного уровня в репозиториях образовательных ресурсов. Такой анализ даст возможность составить эффективное руководство по лучшей практике для оценки результатов обучения. В качестве положительных аспектов можно отметить, что в проекте

использованы новые платформы и технологии для взаимодействия обучающегося и образовательного процесса. Сам процесс включил социальные отношения более высокого порядка. Но такой подход имеет недостатки, такие как централизация данных в рамках одного сервиса и невозможность интеграции с другими образовательными процессами, как курсы, MOOC, а также научной деятельности.

В [28] представлена попытка преобразования китайской модели образования среди технических специальностей, в частности, в области измерительного контроля. С помощью информационных технологий была сделана надстройка над программами обучения, что позволило упростить обратную связь и сделать возможной быструю реакцию в междисциплинарных взаимосвязях различных курсов. На рис. 1 представлена такая модель.

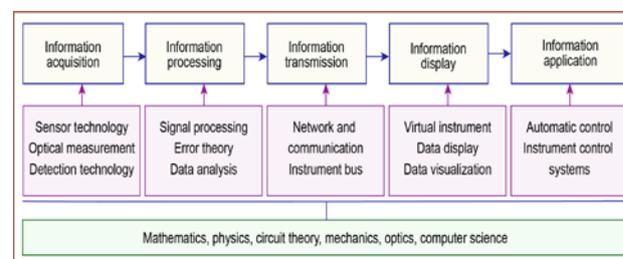


Рис. 1. Модель междисциплинарных взаимосвязей

Преимущество такого подхода также состоит в построении многоуровневой системы в рамках одного семестра (рис. 2).

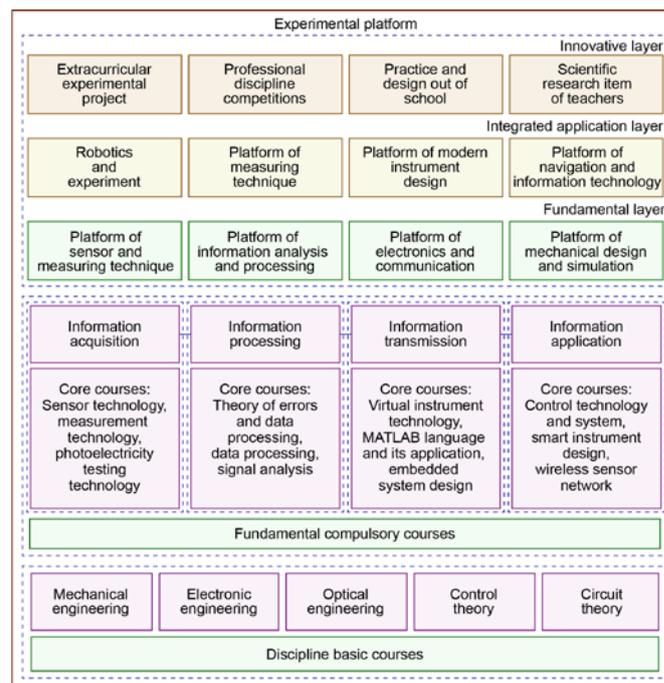


Рис. 2. Модель многоуровневой системы

К недостатком можно отнести отсутствие обратной связи как инструмента корректировки учебного процесса, отсутствие связи с научной деятельностью и абстрагирование процесса обучения от метрик и достижений учёных в университете.

3. Характеристики и инструменты инфраструктуры нового университета

В [31, 32] представлен электронный класс как единица нового образовательного процесса. В качестве основы выбраны мультимедийные инструменты и веб-представление общей платформы для просмотра результатов. Система электронного класса используется в целях создания общей стандартизированной платформы для программного и аппаратного обеспечения процесса обучения. Одним из основных ее достоинств является то, что лекция преподавателя может быть архивирована и в будущем использована учащимися. Система обеспечивает преподавателя инструментами в режиме реального времени с использованием отдельных специальных возможностей для разных аудиторий. К ним относятся: презентация, видео, аудио, рисование на электронном табло. Все каналы информации синхронизируются и транслируются «на лету». В то же время студенты могут просматривать лекции в интернете в любом месте своего нахождения и на любом устройстве. Архитектура представлена на рис. 3.

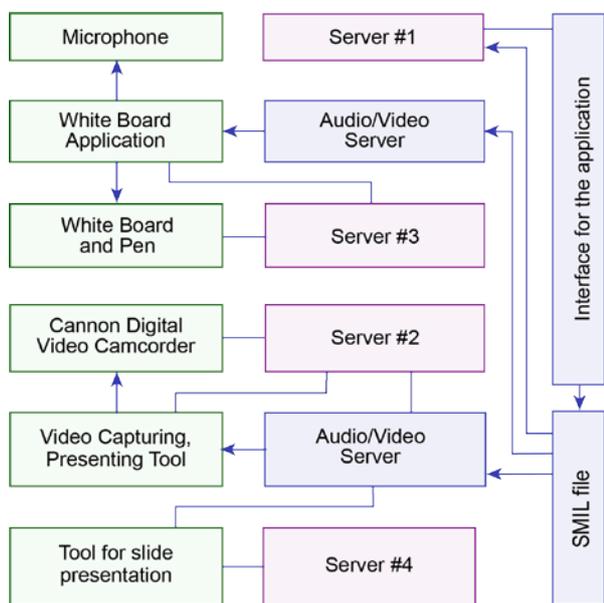


Рис. 3. Архитектура электронного класса

Однако данная система описывает лишь частные случаи обучения. Она не содержит связей между курсами и не включает метрики для оценки качества образования при использовании инструментов, не даёт возможности построения индивиду-

ального образовательного пространства, проработки дорожной карты в научных исследованиях. В [34, 35] предложен подход к использованию многоазового мультимедийного контента в веб-системах обучения. Основной мотивацией использования мультимедийных технологий в образовании является утверждение, что они будут поддерживать передовые формы обучения. Достижения в когнитивной психологии дали правильное понимание характера квалифицированной интеллектуальной работы и послужили основой для разработки учебных программ. В настоящее время между педагогами высшей школы и психологами широко распространено мнение о том, что навыки понимания, рассуждения, составления и экспериментирования приобретаются не только путем передачи фактов, но и путем взаимодействия с контентом. Профессор физики Калифорнийского университета Альберт Борк, который является сторонником взаимодействия между участниками учебного процесса посредством компьютерных технологий, описывает интерактивное обучение как «самый ценный аспект компьютера в обучении студентов, которые благодаря ему могут постоянно участвовать в образовательном процессе, а не быть простыми зрителями». Его работа сосредоточена на использовании примитивной компьютерной графики для визуализации концепций физики, но он также подчеркивает, что «нет ни одного способа, кроме целого ряда способов» преподавать с помощью компьютерных технологий. Часто преподаватели не используют программное обеспечение, поскольку оно не имеет отношения к их учебным целям. Большинство из более сложного учебного программного обеспечения имеет дело только с узким слоем учебной программы или с довольно простым материалом. В то же время преподаватели отмечают, что не всегда имеется достаточное количество компьютерного оборудования. Одной из ключевых проблем в разработке образовательных программных систем в целом и интерактивных учебных визуализаций, в частности, является планирование изменений в области компьютерного обеспечения. Системы обучения должны быть гибкими и легкими в адаптации к новым, изменяющимся требованиям участников образовательного процесса. Современным способом реализации требований является создание систем из повторно используемых компонентов, соответствующих архитектуре подключаемого модуля. Затем авторы предлагают изменить или расширить функциональность таких систем, заменив или подключив новые компоненты. Хотя разработанные на сегодняшний день программы на основе компонентов решения полезны, их недостаточно для методиче-

ской работы преподавателей высших учебных заведений, создающих интерактивные обучающие программы на основе компонентов, в которых участники учебного процесса должны реагировать на смысл содержимого, а также его формулировку и способ подачи. Чтобы устранить эти проблемы, можно воспользоваться предложенной в этой работе новой схемой классификации метаданных и расширения метаданных учебных объектов (рис. 4).

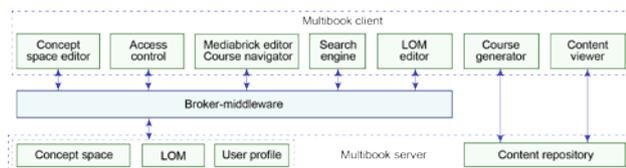


Рис. 4. Схема классификации метаданных

Такой подход хорошо себя зарекомендовал в объяснении алгоритмов мультимедийного планирования и используется для мультимедийных и коммуникационных курсов в Департаменте электротехники и информационных технологий в Технологическом университете Дармштадта. Недостатком такого подхода служит отсутствие обратной связи между всеми участниками научного и образовательного процессов.

В работах [38, 39] указывается, что в целях совершенствования существующих учебных материалов и внедрения экспериментальных данных, полученных на основе реальных инженерных исследований, в последние годы были разработаны несколько интерактивных модулей, таких как «Вычислительные эксперименты». Для оценки их эффективности были разработаны несколько инструментов. В частности, оценочные обследования восприятия учащимися эффективности, полезности и качества упражнений. Чтобы оценить обучение и знания студентов, связанные с данной концепцией, задания и тесты для оценки «до» и «после» были разработаны путем сопоставления результатов обучения данного модуля. Представлена разработка инструментов оценки и последующие данные из учебных студий по динамике, вибрации и контролю, а также специализированный модуль обучения. Программа состоит из модулей обучения в форме упражнений, тематических исследований, обучающих программ и интерактивных инструментов. Для каждой из перечисленных выше форм деятельности студентов были разработаны инструменты оценки. Речь идет о программе исследования таких инструментов, как анкеты, результаты и статистический анализ в период с 2012 по 2013 годы и восприятие студентами этих модулей. Кроме того, авторы представили различные инструменты оценки учебных модулей в области

динамики, разброса и контроля. Обнаружено, что учебные модули полезны при внедрении новых концепций и эффективны для удовлетворения результатов обучения. Регулярная оценка и постоянное совершенствование содержания модулей обучения, их эффективность в содействии обучению студентов может быть улучшена. Модульный характер учебной деятельности предоставляет преподавателям возможность обновлять или вводить новые тематические исследования, которые базируются на основополагающих концепциях в преподаваемом ими курсе. Предполагается, что такие учебные модули и соответствующие инструменты оценки обеспечат разнообразный учебный опыт, который стимулирует и поддерживает интерес учащихся к инженерной профессии. Недостатком модулей можно назвать отсутствие рейтинга и обратной связи, которые возможно построить в рамках одной платформы для создания индивидуального образовательного или научного плана.

Работа [42] показывает пример математического моделирования и его использования в инженерном образовании. Математическое и компьютерное моделирование – важная область в инженерном обучении. Опыт показывает, что методы математического моделирования как объекта инженерного образования нелегко усваиваются учащимися, потому что они представляют собой итеративный процесс, в котором задействованы различные инженерные области. Современные доступные персональные компьютеры и инструменты для программного обеспечения позволяют разрабатывать интерактивные среды визуализации, которые могут революционизировать анализ, моделирование, исследования и образование в технических системах.

Авторы [43, 44] представляют использование моделей и образовательного программного обеспечения для моделирования физических явлений в процессе обучения студентов электротехнике. Студенты получают преимущества от компьютерного моделирования, потому что они могут применять ранее изученные концепции и теории в практических ситуациях. Кроме того, студентам предоставляется возможность применить свои теоретические знания для решения реальных проблем проектирования с помощью моделирования. Представлен пример моделирования. Он показывает эффективность моделирования и виртуального экспериментирования в инженерном образовании. Влияние на студентов заключается в том, что моделирование помогает лучше понимать и использовать математические выражения. Небольшие проекты во время курса – это эффективный способ для учащихся познакомиться с построением модели и применением

программного обеспечения. Недостатком такого метода является отсутствие платформы как инфраструктуры для взаимодействия учебных процессов в междисциплинарном виде.

4. Описание коммуникационных средств нового поколения

В [28, 29] исследованы факторы влияния на высшее образование современных инструкционных технологий. Предложена модель влияния доступности и информационной наполненности окружения преподавателя на качественное применение различных технологий (рис. 5).

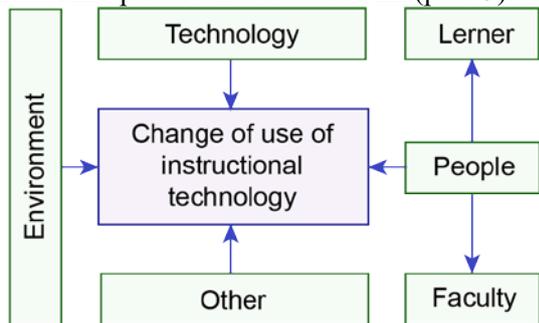


Рис. 5. Модель окружения преподавателя

В рамках исследования продемонстрирована динамика включения современных методов образования при изменении параметров модели. Показан однозначный рост и качественное изменение образовательного процесса при добавлении подобных инструментариев. Отрицательной стороной данной модели является отсутствие структуры организации образовательного пространства и невозможность выявить прогресс относительно времени.

Согласно [30] современная образовательная платформа должна объединять в себе обратную связь как сверху вниз, так и снизу вверх. В качестве примера построена модель оценки научной дисциплины студентами, названная “развёртыванием функции качества” (рис. 6).

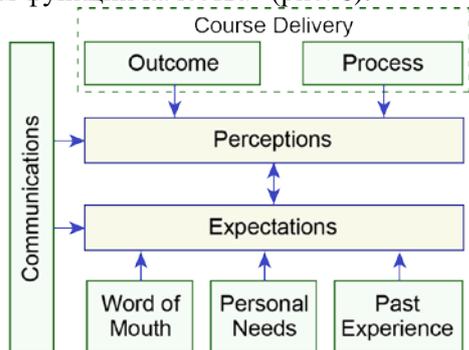


Рис. 6. Модель оценки научной дисциплины

Оценка курсов и преподавателей студентами теперь распространена в высшем образовании и, несмотря на оговорки, касающиеся выбора студентов как арбитров качества обучения, большинство склоняется к мнению, что в последнее время качество преподавания заметно улучшилось. Опираясь на хорошо известную модель удовлетворенности клиентов, авторы моделиру-

ют удовлетворенность студентов, как разрыв между их восприятием и ожиданием, и фокусируют внимание на управлении этим недостатком с точки зрения индивидуальности преподавателя курса. У преподавателя четыре важных задачи:

- понимать ожидания студентов;
- внедрять это понимание в разработку курса;
- учитывать специфику преподавания курса;
- контролировать восприятие студентами информации.

Общий подход сопоставляется с развёртыванием функций качества – хорошо известным инструментом управления качеством. Студенческие ожидания и разные восприятия возникают из-за множества факторов. Ожидание и восприятие являются психологическими явлениями, а не реальностью, и поэтому они должны активно управляться преподавателем курса. Для студента курс начинается с ожиданий и заканчивается восприятием. Однако в данной модели не учитывается формирование и изменение критериев важности качественных показателей профессионалами отрасли. Отсутствует возможность включить и оценить свой уровень до и после прохождения учебной программы.

В работах [43, 44] приводится описание действующей модели автоматической телелaborатории как подхода к управлению дистанционным образованием с помощью нового киберфизического интерфейса (рис. 7).

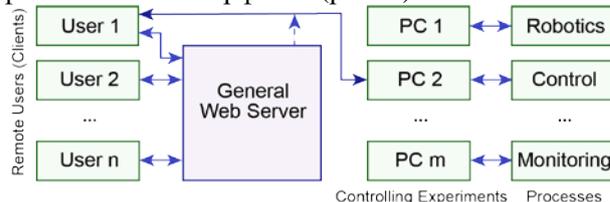


Рис. 7. Модели автоматического управления телелaborаторией

Основная задача лаборатории – построить возможность взаимодействия студентов с приборами через Internet, применяя при этом все мультимедийные возможности веб-приложения. Процесс взаимодействия разбит на несколько этапов, в рамках которых студент должен построить свою модель с помощью MathLab, загрузить через Internet в удалённую лабораторию. При этом материал для подготовки к лабораторной работе, помощь в процессе, автоматическая проверка ложатся на приложение, которое являет собой платформу как инновацию в дистанционном образовании. Недостатком такой платформы служит отсутствие обратной связи между студентом и курсом, преподавателем и потоком, преподавателем и кафедрой. Данная модель ограничена также вопросами образования без использования научной деятельности в процессе обучения.

5. Метрики научного и образовательного пространств

Одним из примеров реализации метрик может служить работа [34], где предложен метод оценки качества обучения на основе удовлетворенности студентов. На основе опыта обучения оценочным индексным системам в этой статье представлены исследования, основанные на:

- информационной энтропии и удовлетворенности студентов;
- определении удовлетворенности студентов с точки зрения качества услуг;
- установлении рейтинговой шкалы, состоящей из 5 индексов первого рода, 20 индексов второго рода.

В процессе эксперимента показана зависимость между метриками удовлетворенности и качеством обучения. Даны рекомендации для преподавателя, основанные на персональных статистических траекториях. Недостатком предложенного метода может служить отсутствие оценок и взаимодействия между преподавателем и кафедрой, университетом, профессиональным сообществом.

Авторы работы [37] предлагают организовать прямую и обратную связь для согласования оценки с результатами обучения (рис. 8).

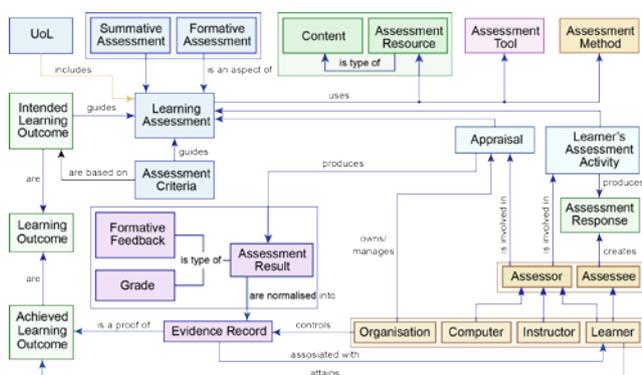


Рис. 8. Концептуальная модель оценки результатов обучения

Знания, навыки и компетенции, достигнутые учащимся, играют все более важную роль, поскольку профессиональная деятельность знакомит с новыми жизненными задачами на протяжении всей жизни. Оценка обучения не может не учитывать этот сдвиг парадигмы, направленный на формирование целей активного обучения или на механизм аккредитации знаний, навыков и компетенций. Это означает, что оценка должна поддерживать учащихся в их прогрессе (образующая оценка) и подтверждать достижение намеченных результатов обучения в конце образовательного процесса (итоговая оценка). Это также означает, что процесс оценивания должен быть адаптирован к тем результатам, на которые сту-

дент нацелен. В данной статье приведена информация о текущем состоянии обучения на основе результатов в Европе и предлагается единая концептуальная модель оценки, формирующая теоретические рамки для интеграции результатов обучения, оценки и единиц обучения в качестве ключевых понятий (см. рис. 8). Кроме того, описан сценарий приложения, иллюстрирующий применение модели. Авторы представили новую теоретическую основу для оценки результатов обучения. Предлагаемая модель отражает влияние результатов обучения в процессе его оценки, где определяются соответствующие методы и ресурсы, которые будут использоваться в процессе оценивания уровня знаний студента.

Компьютерная оценка курсов бакалавриата по частотным методам системного контроля представлена в [42]. Предлагается инновационный компьютерный метод обучения как эффективный способ оценки курсов бакалавриата по классической теории управления. Используя итеративный алгоритм на основе математического анализа, студенты могут применять задачу идентификации неизвестной линейной системы от ее частотной характеристики. На каждом этапе студент становится ближе к нужному результату, чтобы минимизировать частотную характеристику несоответствия, и решает, достаточна ли оценка.

Предлагаемая задача самооценки дает студентам возможность проанализировать диаграммы Боде и методы идентификации системы, нетривиальные проблемы во вводных курсах теории систем управления. Инновационная методика автоматической оценки – это предложение по подготовке учебного материала, в котором приводятся альтернативные методы и тенденции для применения на инженерных курсах, с использованием меньшего времени, проведенного в аудитории, и больше времени, посвященного внеаудиторному обучению. Идея состоит в том, чтобы представить студенту интерактивную процедуру, где лучшая работа совпадает со временем, проведенным в исследовании, и последующим уровнем владения материалом. Цель автоматической оценки заключается не только в том, чтобы произвести ее в конце работы, но и для поддержки студента. Эта поддержка получена на каждом этапе разработки проекта путем формирования графиков, иллюстрирующих концепции и сообщения, которые показывают, как студент может преодолеть проблемную ситуацию. Недостатком предложенного метода является отсутствие общей платформы для работы над индивидуальной образовательной программой.

6. Social Computing как направление развития современного университета

Внедрение IoT технологий в процесс образования и науки задаёт новые требования, ранее не предъявляемые к инфраструктуре [111]. Она должна иметь возможность прозрачно и плавно включать большое количество различных и гетерогенных конечных систем, обеспечивая при этом открытый доступ к выбранным подмножествам данных для разработки множества цифровых услуг. Поэтому создание общей архитектуры для IoT является очень сложной задачей, главным образом, из-за чрезвычайно большого разнообразия устройств, технологий и служб, которые могут быть задействованы в такой системе.

В [112] уделяется особое внимание городской системе IoT, которая, будучи довольно широкоохваченной категорией, характеризуется специфической областью применения. Фактически, городские IoT предназначены для поддержки концепции Smart City, которая направлена на использование самых современных коммуникационных технологий для оказания дополнительных услуг администрации города и гражданам. Таким образом, данная статья обеспечивает всестороннее исследование благоприятных технологий, протоколов и архитектуры для городского IoT. Кроме того, представлены и обсуждены технические решения и руководящие принципы передовой практики, принятые в проекте Padova Smart City, концептуальное развертывание острова IoT в городе Падуя (Италия) в сотрудничестве с муниципалитетом города. Обсуждаемые технологии близки к стандартизации, и промышленные игроки уже активно участвуют в производстве устройств, которые используют эти технологии. Фактически, хотя диапазон вариантов проектирования для систем IoT довольно широк, набор открытых и стандартизованных протоколов значительно меньше. Кроме того, обеспечивающие технологии достигли уровня зрелости, который позволяет иметь практическую реализацию решений и сервисов IoT, начиная с полевых испытаний, что помогут устранить неопределенность, которая все еще препятствует массовому принятию парадигмы IoT. Конкретная реализация концепции доказательств, развернутая в сотрудничестве с городом Падуя, также была описана как пример применения парадигмы IoT для умных городов. Недостатком такого подхода можно назвать отсутствие модели взаимодействия социальных групп в такой архитектуре и сформированной обратной связи между ними.

Среди ключевых технологий выделяется Deep Learning, описанный в [113]. Deep Learning в настоящее время является чрезвычайно активной частью исследований в области машинного обу-

чения и распознавания образов. Он успешно используется в широком спектре приложений, таких как распознавание речи, компьютерное зрение и обработка естественного языка. Большие данные приносят и большие возможности, и преобразующий потенциал для различных секторов, но также представляют собой беспрецедентные проблемы в области их использования и анализа. По мере роста данных, глубокое обучение играет ключевую роль в предоставлении решений для интеллектуального анализа данных. Представлен краткий обзор Deep Learning и подчеркнуты текущие исследовательские усилия, связанные с большими данными, а также будущие тенденции. Big Data представляют значительные вызовы для Deep Learning. Чтобы реализовать весь потенциал Big Data, необходимо решить технические проблемы с помощью новых способов мышления и трансформационных подходов.

Облачная инфраструктура и обширный набор доступных через интернет ресурсов [115] могут обеспечить значительные преимущества для роботов и систем автоматизации. Рассматриваются роботы и системы автоматизации, которые полагаются на данные или код из сети для поддержания их работы, т.е. где не все датчики, вычисления и память интегрированы в автономную систему. Это исследование сосредоточено вокруг четырех потенциальных преимуществ облачных технологий: 1) Big Data – доступ к библиотекам изображений, карт, траекторий и описательных данных; 2) Cloud Computing – доступ к параллельным сетчатым вычислениям по запросу для статистического анализа, обучения и планирования движения; 3) Коллективное обучение роботов – роботы, разделяющие траектории, управляющие политики и результаты; 4) Human Computation – использование краудсорсинга для анализа изображений и видео, классификации, обучения и восстановления ошибок. Облако может также улучшить роботов и системы автоматизации, предоставляя доступ к: наборам данных, публикациям, моделям, эталонам и инструментам моделирования; открытым курсам на проектирование и системам; программному обеспечению с открытым исходным кодом.

Анализ средств покрытия и доступа к интернету с помощью сотовой сети [116] определяет новые возможности, которые откроются с приходом сетей нового поколения. За пределами 4G возникают новые трудности, требующие решения: увеличения пропускной способности, улучшения скорости передачи данных, снижения задержек и улучшения качества обслуживания. Чтобы удовлетворить эти требования, в архитектуру сотовой сети необходимо внести существенные

улучшения. Представлены результаты подробного исследования архитектуры сотовой сети пятого поколения (5G) и некоторых ключевых новых технологий, которые помогают улучшить архитектуру и удовлетворить потребности пользователей. Основное внимание уделяется архитектуре сотовой сети 5G, массивной технологии множественного ввода с несколькими входами и связи между устройствами (D2D). Наряду с этим некоторые из новых технологий включают в себя управление помехами, совместное использование спектра с когнитивным радио, ультраплотными сетями, технологии множественного доступа, полнодуплексными радиостанциями, миллиметровыми волновыми решениями для сотовых сетей 5G и облачных технологий для сетей радиодоступа 5G и сетей, определенных программным обеспечением. Предлагается общая вероятная архитектура сотовой сети 5G, которая показывает, что D2D, узлы доступа к малым ячейкам, сетевое облако и Интернет вещей могут быть частью архитектуры сотовой сети 5G. Проведен подробный обзор требований к производительности беспроводных сотовых систем связи 5G, которые были определены с точки зрения емкости, скорости передачи данных, спектральной эффективности, латентности, энергоэффективности и качества обслуживания. Архитектура беспроводной сети 5G была объяснена массивной технологией MIMO, облачной областью и функцией связи с множеством сетевых функций (NFV) и устройством. Были разъяснены некоторые коммуникационные технологии короткого диапазона, такие как Wi-Fi, малая ячейка, видимая световая связь и технологии связи с миллиметровыми волнами, что обеспечивает перспективное будущее с точки зрения лучшего качества и увеличения скорости передачи данных для внутренних пользователей и в эквивалентное время уменьшает давление со стороны внешних базовых станций. Обсуждаются также некоторые ключевые новые технологии, которые можно использовать в беспроводных системах 5G для удовлетворения вероятных пожеланий производительности, таких как массовое взаимодействие MIMO и Device to Device, в частности, управление помехами, совместное использование спектра с когнитивным радио, ультраплотными сетями, мультирадиодоступами технологии, полнодуплексные радиостанции, миллиметровые волны и облачные технологии в целом с сетями радиодоступа и сетями, определенными программным обеспечением. Статья дает хорошую платформу для мотивации исследователей к лучшим решениям для сетей следующего поколения.

7. Выводы

В целях существенного повышения качества научно-образовательных процессов, уменьшения накладных временных и материальных затрат вуза за счет разработки и внедрения киберфизического социального online компьютеринга, умных сервисов цифрового мониторинга и облачного киберуправления структурными компонентами университета должны быть решены следующие задачи: 1) Разработать структуры киберфизической системы цифрового мониторинга и облачного управления научно-образовательными процессами университета. 2) Создать метрику оценивания социальной активности студента и сотрудника для адекватного морального и материального стимулирования членов коллектива университета. 3) Разработать эмоционально-логические примитивы киберсоциального компьютеринга для принятия решений человеком, социальной группой и властными структурами. 4) Создать компьютеринговые структуры киберфизических сервисов для цифрового мониторинга и облачного управления социальными группами. 5) Разработать и протестировать облачные сервисы киберфизического компьютеринга для метрического оценивания студента, сотрудника, социальной группы и их последующего морального и материального стимулирования.

Литература:

1. *Ahmed, S.H., Gwanghyeon Kim, Dongkyun Kim.* Cyber Physical System: Architecture, applications and research challenges. *Wireless Days*, 2013 IFIP Conference: 13-15 Nov. 2013. P. 1 – 5.
2. *Wu, Fang-Jing, Yu-Fen Kao, and Yu-Chee Tseng.* "From wireless sensor networks towards cyber physical systems." *Pervasive and Mobile Computing*. 2011. P. 397-413.
3. *Sanislav, Teodora, and Liviu Miclea.* "Cyber-Physical Systems-Concept, Challenges and Research Areas." *Journal of Control Engineering and Applied Informatics*. 2012. P. 28-33.
4. *Hasan Alkhatib, Paolo Faraboschi, Eitan Frachtenberg, Hironori Kasahara, Danny Lange, Phil Laplante, Arif Merchant, Dejan Milojicic, Karsten Schwan.* IEEE CS 2022 Report. IEEE Computer Society. 2014. 163 p.
5. *Hoang, Dat Dac, Hye-Young Paik, and Chae-Kyu Kim.* "Service-oriented middleware architectures for cyber-physical systems." *International Journal of Computer Science and Network Security*. 2012. P. 79-87.
6. *Wan, J., Yan, H., Liu, Q., Zhou, K., Lu, R. and Li, D.* "Enabling cyber-physical systems with machine-to-machine technologies", *Int. J. Ad Hoc and Ubiquitous Computing*, 2012. Vol. 9, No. 3/4. P.1-9.
7. *Insup Lee, Sokolsky, O.* "Health Cyber Physical Systems," in *47th ACM/IEEE Design Automation Conference, Anaheim, 2010*. P.13-18.
8. *Cheolgi Kim, Mu Sun, Sibin Mohan, Heechul Yun, Lui Sha, Tarek F. Abdelzaher,* "A Framework for the Safe Interoperability of Health Devices in the Presence of Network Failures. *Proceedings of the 1st ACM/IEEE*

- International Conference on Cyber-Physical Systems, Stockholm, 2010. P. 149-158.
9. Леонид Черняк. Киберфизические системы на старте // Открытые системы. 2014. № 2. С. 1-5.
 10. <http://controlengrussia.com/programmnye-sredstva/vstraivaemu-e-sistemy-upravleniya/>
 11. *Yizheng Wang, Lefei Li, Liuqing Yang*. Cyber-Physical Social Systems. Intelligent Human Resource Planning System in a Large Petrochemical Enterprise. Intelligent Systems, IEEE. Volume: 28. Issue 4. 2013. P. 102–106.
 12. *Zhong Liu; Dong-Sheng Yang; Ding Wen; Wei-Ming Zhang; Wenji Mao*. Cyber-Physical-Social Systems for Command and Control. Intelligent Systems, IEEE. Volume: 26, Issue. 4. 2011. P. 92 – 96.
 13. *Ariane Hellinger, Heinrich Seeger*. Cyber-Physical Systems. Driving force for innovation in mobility, health, energy and production. Acatech: 2011. 47 p.
 14. *Hahanov V., Mischenko A., Michele Mercaldi, Andrea D’Oria, Davide Murru, Hai-Ning Liang, Ka Lok Man, Eng Gee Lim*. Internet of things: a practical implementation based on a wireless sensor network approach // Proc. of IEEE East-West Design and Test Symposium. Khar'kov, Ukraine. 2012. P. 486 - 488.
 15. *Hahanov V., Hahanova I., Guz O., Abbas M.A.* Quantum models for data structures and computing // International Conference on Modern Problems of Radio Engineering Telecommunications and Computer Science (TCSET). 2012. P. 291.
 16. *Hahanov V.I., Guz O.A., Ziarmand A.N., Ngene Christopher Umerah, Arefjev A.* Cloud Traffic Control System // Proc. of IEEE East-West Design and Test Symposium.– Rostov-on-Don, Russia. 27-30 September, 2013. P.72-76.
 17. *Hahanov V., Gharibi W., Baghdadi Ammar Awni Abbas, Chumachenko S., Guz O., Litvinova E.* Cloud traffic monitoring and control // Proceedings of the IEEE 7th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems (IDAACS).– Berlin. September 12-14, 2013. P. 244-248.
 18. *Afolabi D., Ka Lok Man, Hai-Ning Liang, Eng Gee Lim, Zhun Shen, Lei C.-U., Krilavicius T., Yue Yang, Cheng L., Hahanov V., Yemelyanov I.* A WSN approach to unmanned aerial surveillance of traffic anomalies: Some challenges and potential solutions // East-West Design & Test Symposium. 2013. P.1-4.
 19. http://www.washingtonpost.com/business/on-it/ibm-using-analytics-software-to-solve-hr-problems/2014/08/06/ccef2f80-1cd7-11e4-82f9-2cd6fa8da5c4_story.html
 20. <http://www-01.ibm.com/software/analytics/solutions/operational-analytics/hr-analytics/>
 21. <http://www.forbes.com/sites/joshbersin/2013/10/07/big-data-in-human-resources-a-world-of-haves-and-have-nots/>
 22. <http://www.forbes.com/sites/joshbersin/2013/02/17/bigdata-in-human-resources-talent-analytics-comes-of-age/>
 23. <http://www.hrzone.com/feature/technology/analysing-analytics-what-does-big-data-mean-hr/142802>
 24. *Ariane Hellinger, Ariane Hellinger, Heinrich Seeger*. Cyber-Physical Systems. Driving force for innovation in mobility, health, energy and production. Acatech. National Academy of Science and Engineering. 2011. 48p.
 25. *Vladimir Hahanov, Wajeb Gharibi, Kudin A.P., Ivan Hahanov, Ngene Christopher (Nigeria), Tiekura Yeve (Côte d'Ivoire), Daria Krulevska, Anastasya Yerchenko, Alexander Mishchenko, Dmitry Shcherbin, Aleksey Priymak*. Cyber Physical Social Systems – Future of Ukraine // Proceedings of 12th IEEE EWDT Symposium, Kiev, Ukraine, September 26-29, 2014, P. 67-81.
 26. *Norliza Zaini, Mohd. Fuad Abdul Latip, Hasmila Omar*. "Semantic-based online Outcome-based education measurement system" in Engineering Education (ICEED), 2011 3rd International Congress on. P.218-222. ^[1]
 27. *A. Song, L. Wang*, "Higher Education of Measurement Control and Instrumentation Specialty in China," In *IEEE Instrumentation & Measurement Magazine*, pp. 39-42, 2016.
 28. *Du Chuntao*, "A Study on Factors of Influencing Faculty Use of Modern Instructional Technology in Higher Education," in Computer Center North China University of Technology, 2010.
 29. *U. Bagchi*, "Delivering student satisfaction in higher education: A QFD approach," In 7th International Conference in Service Systems and Service Management (ICSSSM), 2010.
 30. *H. Asada, B.-H. Yang* "Skill acquisition from human experts through pattern processing of teaching data" in Robotics and Automation, 1989. Proceedings., 1989 IEEE International Conference on, p. 1302-1307
 31. *G. Patel, M.H.N. Tabrizi* "E-Class - a multimedia and Web based distance learning system" in Information Technology: Coding and Computing, 2002. Proceedings. International Conference on ^[1]
 32. *Devika Chhachhiya, Amita Sharma, Manish Gupta* "Designing optimal architecture of neural network with particle swarm optimization techniques specifically for educational dataset" in Cloud Computing, Data Science & Engineering - Confluence, 2017 7th International Conference on, p. 52-57
 33. *H. Zhang, Y. Zhan, Hu Ding*, "Teaching Quality Evaluation Based on Student Satisfaction," In 2011 International Conference on Management and Service Science (MASS), 2011.
 34. *A. El Saddik, S. Fischer, R. Steinmetz* "Reusable multimedia content in Web based learning systems" in IEEE MultiMedia, 2001, p. 30-38 ^[1]
 35. *Shreyas Suresh Rao, Ashalatha Nayak* "Collaboration process for authentic assessment in technical education" in MOOCs, Innovation and Technology in Education (MITE), 2015 IEEE 3rd International Conference on, p. 267-272.
 36. *R. M. Crespo, J. Najjar, M. Derntl, D. Leony, S. Neumann, P. Oberhuemer, M. Totschnig, B. Simon, I. Gutiérrez, C. Delgado Kloos*, "Aligning assessment with learning outcomes in outcome-based education," In 2010 IEEE Education Engineering (EDUCON), pp. 1239-1246, 2010.
 37. *K. V. Singh, F. Khan*, "Student perception and knowledge: Assessment of online Computational-Experimental (ComEx) learning modules," In 2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), 2014.
 38. *Fazeel Khan, Kumar V. Singh* "Upgrading the engineering curriculum through thematic learning modules" in Frontiers in Education Conference (FIE), 2014 IEEE
 39. *N. Rogers, K. Singh, F. Khan*, "Development of educational techniques for computational-experimental anal-

- ysis," In 2013 IEEE Frontiers in Education Conference, 2013.
40. *M. Johansson*. "Interactive tools for education in automatic control" in IEEE Control Systems, p. 33-40.
41. *J.F. Haffner, L.F.A. Pereira, D.F. Coutinho*. "Computer-assisted evaluation of undergraduate courses in frequency-domain techniques for system control" in IEEE Transactions on Education, p. 224-235 ^[1]
42. *O. Zavalani, J. Kacani*. "Mathematical modelling and simulation in engineering education," In 2012 15th International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL), 2015.
43. *M. Casini, D. Prattichizzo, A. Vicino*. "The automatic control telelab: a user-friendly interface for distance learning," In IEEE Transactions on Education, pp. 252-257, 2003.
44. *D.A. Harris*. "Online distance education in the United States" in IEEE Communications Magazine (Volume: 37, Issue: 3, Mar 1999), p. 87-91.
45. *Mohd Faiz Hilmi, Shahrier Pawanchik, Yanti Mustapha*. "Exploring security perception of learning management system (LMS) portal" in Engineering Education (ICEED), 2011. 3rd International Congress on
46. *Margi C.B., Vilcachagua O.D., Stiubiener I., Silveira R.M., Bressan G., Ruggiero W.V.*. An online Web course environment and its application // 30th Annual Frontiers in Education Conference, 2000. FIE 2000.
47. *Bressan G., Paula M.V.S.O., Carvalho T.C.M., Ruggiero W.V.* Infrastructure and tools for a computer network and data communication laboratory for a computer engineering undergraduate course // 31st Annual Frontiers in Education Conference. 2001.
48. *Lin N.H., Korba L., Yee G., Shih T.K., Lin H.W.* Security and privacy technologies for distance education applications // 18th International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA 2004). 2004.
49. *Shih T.K., Chang Shi-Kuo, Wang Ching-Sheng, Ma Jianhua, Huang Runhe*. An adaptive tutoring machine based on Web learning assessment // 2000 IEEE International Conference on in Multimedia and Expo (ICME 2000). 2000.
50. *Schmid C*. The virtual control lab VCLab for education on the Web // Proceedings of the 1998 American Control Conference, 1998.
51. *Gillet D*. Collaborative web-based experimentation in flexible engineering education // IEEE Transactions on Education. Nov. 2005. Vol. 48, Issue 4. P. 696-704.
52. *Carlos Eduardo Pereira, Suenoni Paladini, Frederico Menine Schaf*. Control and automation engineering education: Combining physical, remote and virtual labs // 2012 9th International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices (SSD). 2012.
53. *Umer Farooq, Craig H. Gano, John M. Carroll, C. Lee Giles*. Supporting distributed scientific collaboration: Implications for designing the CiteSeer collaborator // 40th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 2007). 2007.
54. *Jomsri Pijitra, Sanguansintukul Siripun, Choochai-wattana Worasit*. A Framework for Tag-Based Research Paper Recommender System: An IR Approach // 2010 IEEE 24th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (WAINA). 2010.
55. *Jane Li, Christian Muller-Tomfelde, Toni Robertson*. "Designing for Distributed Scientific Collaboration: A Case Study in an Animal Health Laboratory" in System Science (HICSS), 2012 45th Hawaii International Conference on
56. *Vaidy Sunderam, Shun Yan Cheung, Sarah Chodrow, Paul Gray*. "CCF: a framework for collaborative computing" in IEEE Internet Computing (Volume: 4, Issue: 1, Jan/Feb 2000), p. 16-24.
57. *Denis Gillet, Sandy El Helou, Chiu Man Yu, Christophe Salzmänn*. "Turning Web 2.0 Social Software into Versatile Collaborative Learning Solutions" in Advances in Computer-Human Interaction, 2008 First International Conference on
58. *Denis Gillet, Effie L-C. Law, Arunangsu Chatterjee*. "Personal learning environments in a global higher engineering education Web 2.0 realm" in Education Engineering (EDUCON), 2010 IEEE
59. *Sandy El Helou, Denis Gillet, Christophe Salzmänn, Chiu Man Yu*. "A Study of the Acceptability of a Web 2.0 Application by Higher-Education Students Undertaking Collaborative Laboratory Activities" in Advances in Computer-Human Interactions, 2009. ACHI '09. Second International Conferences on
60. *Bram De Wever, Peter Mechant, Pieter Veevaete, Laurence Hauttekeete*. "E-Learning 2.0: Social Software for Educational Use" in Multimedia Workshops, 2007. ISMW '07. Ninth IEEE International Symposium on
61. *T. Anderson*. "Social Software Applications in Formal Online Education" in Advanced Learning Technologies, 2006. Sixth International Conference on
62. *M. van Harmelen*. "Personal Learning Environments" in Advanced Learning Technologies, 2006. Sixth International Conference on
63. *Jie Lu, Daniel Churchill*. "Creating personal learning environments to enhance learning engagement" in Educational Media (ICEM), 2013 IEEE 63rd Annual Conference International Council for
64. *Alexandros Soumplis, Eleni Chatzidaki, Eleni Koulocheri, Michalis Xenos*. "Implementing an Open Personal Learning Environment" in Informatics (PCI), 2011 15th Panhellenic Conference on
65. *Eleni Koulocheri, Alexandros Soumplis, Michalis Xenos*. "Applying Learning Analytics in an Open Personal Learning Environment: A Quantitative Approach" in Informatics (PCI), 2012 16th Panhellenic Conference on
66. *Belhassen Guettat, Ramzi Farhat*. "An approach to assist learners to identify their learning objectives in personal learning environment (PLE)" in Information & Communication Technology and Accessibility (ICTA), 2015 5th International Conference on
67. *Belhassen Guettat, Ramzi Farhat*. "An approach to compose personal curriculums" in Information and Communication Technology and Accessibility (ICTA), 2013 Fourth International Conference on
68. *Alexander Nussbaumer, Dietrich Albert, Uwe Kirschenmann*. "Technology-mediated support for self-regulated learning in open responsive learning environments" in Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2011 IEEE

- 69.** Mikroyannidis Alexander. Evolving E-Learning Ontologies for Personal and Cloud Learning Environments // 2011 Seventh International Conference on Signal-Image Technology and Internet-Based Systems (SITIS). 2011.
- 70.** Marquez-Barja Johann M., Jourjon Guillaume, Mikroyannidis Alexander, Tranoris Christos, Domingue John, DaSilva Luiz A. FORGE: Enhancing eLearning and research in ICT through remote experimentation // in 2014 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). 2014.
- 71.** Salzmann Ch., Gillet D. Remote labs and social media: Agile aggregation and exploitation in higher engineering education // 2011 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). 2011.
- 72.** Saleh Mohamad. Flexible learning in engineering education: A reflection on the model // 2010 4th IEEE International Conference on E-Learning in Industrial Electronics (ICELIE). 2010.
- 73.** Guo Qinglin. Implement Individual Web-Based Learning Environment // 19th International Workshop on Database and Expert Systems Application (DEXA '08). 2008.
- 74.** Gillet Denis, Ton de Jong, Sotirou Sofoklis, Salzmann Christophe. Personalised learning spaces and federated online labs for STEM Education at School // 2013 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). 2013.
- 75.** Gillet Denis. Personal learning environments as enablers for connectivist MOOCs // 2013 International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET). 2013.
- 76.** Martija Itzlar, Maseda F. Javier, Martija Irene. Educational web platform for performing the engineering experimental work // IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). 2014.
- 77.** Bogdanov E., Limpens F., Li Na, El Helou S., Salzmann C., Gillet D. A social media platform in higher education // 2012 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2012.
- 78.** Yassin Rekik, Denis Gillet, Anh Vu Nguyen-Ngoc, Thibaud Guillaume-Gentil "Framework for Sustaining Collaboration in Laboratory-Oriented Communities of Practice" in Information Technology Based Higher Education and Training, 2006. ITHET '06. 7th International Conference on
- 79.** Natasa Hoic-Bozic, Vedran Mornar, Ivica Boticki "A Blended Learning Approach to Course Design and Implementation" in IEEE Transactions on Education (Volume: 52, Issue: 1, Feb. 2009), p. 19-30
- 80.** Kai Li, Kai Yang, Shanan Zhu "A web management platform of Internet-based electrical engineering lab: Using SSH framework" in Computer Science & Education (ICCSE), 2012 7th International Conference on
- 81.** P. Szczytowski, C. Schmid "Grid technologies for virtual control laboratories" in Computer Aided Control System Design, 2006 IEEE International Conference on Control Applications, 2006 IEEE International Symposium on Intelligent Control, 2006 IEEE
- 82.** N. Swamy, O. Kuljaca, F.L. Lewis "Internet-based educational control systems lab using NetMeeting" in IEEE Transactions on Education (Volume: 45, Issue: 2, May 2002), p. 145-151.
- 83.** Junge T.F., Schmid C. Web-based remote experimentation using a laboratory-scale optical tracker // Proceedings of the 2000in American Control Conference. 2000.
- 84.** Nedic Zorica, Machotka Jan, Nafalski Andrew. Remote laboratory netlab for effective interaction with real equipment over the internet // 2008 Conference on Human System Interactions,
- 85.** Garcia R.C., Heck B.S. Enhancing engineering education on the Web: the use of ActiveX controls and automation server technology // Proceedings of the IEEE Southeastcon. 2000.
- 86.** Ko C.C., Chen B.M., Chen Jianping, Zhuang Y., Chen Tan K. Development of a web-based laboratory for control experiments on a coupled tank apparatus // IEEE Transactions on Education. Feb 2001. Vol. 44, Issue 1. P. 76-86.
- 87.** Overstreet J.W., Tzes A. An Internet-based real-time control engineering laboratory // IEEE Control Systems. Oct 1999. Vol. 19, Issue 5. P. 19-34.
- 88.** Zhang Jing, Chen Jianping, Ko C.C., Chen B.A., Ge S.S. A Web-based laboratory on control of a two-degree-of-freedom helicopter // Proceedings of the 40th IEEE Conference on Decision and Control, 2001.
- 89.** Apkarian J., Dawes A. Interactive control education with virtual presence on the Web // Proceedings of the 2000 American Control Conference. 2000.
- 90.** Choy G., Parker D.R., d'Amour J.N., and Spencer J.L.. Remote experimentation: a web-operable two phase flow experiment // Proc. of IEEE American Control Conference, Chicago, IL, June 2000. P. 2939-2943.
- 91.** Sivakumar S.C., Robertson W., Artimy M., Aslam N. A web-based remote interactive laboratory for Internetworking education // IEEE Transactions on Education. Nov. 2005. Volume: 48, Issue 4. p. 586-598.
- 92.** Stafford T.F. Understanding motivations for Internet use in distance education // IEEE Transactions on Education. May 2005. Vol. 48, Issue 2. P. 301-306.
- 93.** Zalewski Janusz "Real-time web-based lab for teaching software engineering" in Networked Digital Technologies, 2009. NDT '09. First International Conference on
- 94.** C. De Capua, A. Liccardo, R. Morello "On the Web Service-Based Remote Didactical Laboratory: Further Developments and Improvements" in Instrumentation and Measurement Technology Conference, 2005. IMTC 2005. Proceedings of the IEEE
- 95.** Carlos Meza, J. Alexis Andrade-Romero, Roberto Bucher, Silvano Balemi "Free open source software in control engineering education: A case study in the analysis and control design of a rotary inverted pendulum" in Emerging Technologies & Factory Automation, 2009. ETFA 2009. IEEE Conference on
- 96.** P. Tona "Teaching process control with Scilab and Scicos" in American Control Conference, 2006
- 97.** J.L. Guzman, M. Berenguel, S. Dormido "Interactive teaching of constrained generalized predictive control" in IEEE Control Systems (Volume: 25, Issue: 2, April 2005), p.52-56
- 98.** V. Kroumov, H. Inoue "Enhancing education in automatic control via interactive learning tools" in SICE 2001. Proceedings of the 40th SICE Annual Conference. International Session Papers
- 99.** A.M. Shahri "Advanced control e-laboratory (ACeL) based on virtual instrumentation" in Electrical and Com-

- puter Engineering, 2003. IEEE CCECE 2003. Canadian Conference on
- 100.** *Apkarian J., Astrom K.J.* A laptop servo for control education // IEEE Control Systems. Oct. 2004. Vol. 24, Issue 5. p. 70-73.
- 101.** *Dogmus Zeynep, Erdem Esra, Patoglu Volkan.* ReAct!: An Interactive Educational Tool for AI Planning for Robotics // IEEE Transactions on Education. Feb. 2015. Vol. 58, Issue 1. P. 15-24.
- 102.** *Warren Steve, Tare Nidhi, Bennett Andrew.* Lessons learned from the application of online homework generation modules in a signals and systems course // 38th Annual Frontiers in Education Conference. 2008.
- 103.** *Kim H., Morrison J. R.* Experiments on education as a service // 2011 8th International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM). 2011.
- 104.** *Iksal S., Choquet C.* An open architecture for usage analysis in a e-learning context // Fifth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies. 2005.
- 105.** *Loghin Gligor-Calin, Marty Jean-Charles, Carron Thibault.* A Flexible Agent-Based Observation Solution for Educational Platforms // Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT '08). 2008.
- 106.** *Marty Jean-Charles, Carron Thibault.* Observation of Collaborative Activities in a Game-Based Learning Platform // IEEE Transactions on Learning Technologies. Jan.-March 2011. Vol. 4, Issue 1. P. 98-110.
- 107.** *Рифкин Дж.* Третья промышленная революция. 2014.
- 108.** *Bezanson A.* The early use of the term industrial revolution // The Quarterly Journal of Economics. Feb. 1922. Vol. 36, iss. 2. P. 343-349.
- 109.** <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1977-12> ^[1]
- 110.** <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2145-19> ^[1]
- 111.** *Zanella A., Bui N., Castellani A., Vangelista L., Zorz M.* Internet of Things for Smart Cities // IEEE Internet of Things Journal. Feb. 2014. Vol. 1, iss. 1. P. 22-32.
- 112.** *Chen X.-W., Lin X.* Big Data Deep Learning: Challenges and Perspectives // IEEE Access, vol. 2, pp. 514-525, 2014.
- 113.** *Kehoe B., Patil S., Abbeel P., Goldberg K.* A Survey of Research on Cloud Robotics and Automation // in IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, vol. 12, iss. 2, April 2015, pp. 398-409.
- 114.** *Zhao G., Xu K., Xu L., Wu B.* Detecting APT Malware Infections Based on Malicious DNS and Traffic Analysis" IEEE Access (Volume: 3), 2015, P.1132-1142.
- 115.** *Gupta A., Jha R. K.* A Survey of 5G Network: Architecture and Emerging Technologies // IEEE Access. 2015. Vol. 3. pp.1206-1232,
- 116.** *Thanh Nam Pham, Ming-Fong Tsai, Duc Binh Nguyen, Chyi-Ren Dow, Der-Jiunn Deng.* A Cloud-Based Smart-Parking System Based on Internet-of-Things Technologies // IEEE Access. 2015. Vol. 3. P.1581-1591.
- 117.** *Chunsheng Zhu; Leung Victor C. M.; Shu Lei; Ngai Edith C.-H.* Green Internet of Things for Smart World // IEEE Access. 2015. Vol. 3. P.2151-2162.
- 118.** *Yunchuan Sun, Houbing Song, Antonio J. Jara, Rongfang Bie.* "Internet of Things and Big Data Analytics for Smart and Connected Communities", IEEE Access (Volume: 4), 2015, P.766-773
- 119.** *Christidis K., Devetsikiotis M.* Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things // IEEE Access 2015. Vol. 4. P.2292-2303.
- 120.** *Kosba Ahmed, Miller Andrew, Shi Elaine, Wen Zikai, Papamanthou Charalampos.* Hawk: The Blockchain Model of Cryptography and Privacy-Preserving Smart Contracts // 2016 IEEE Symposium on Security and Privacy (SP). 2016. P.839-858.
- 121.** *Ravi D., Wong C., Deligianni F., Berthelot M., Andreu-Perez Javier, Lo Benny, Yang Guang-Zhong.* Deep Learning for Health Informatics // IEEE J.of Biomedical and Health Informatics. Jan. 2017. Vol. 21, Issue 1. P.4-21.
- 122.** *Marjani Mohsen, Fariza Nasaruddin, Abdullah Gani, Ahmad Karim, Ibrahim Abaker Targio Hashem, Aisha Siddiqa.* Big IoT Data Analytics: Architecture, Opportunities, and Open Research Challenges // IEEE Access. 2016. Vol. 5. P.5247-5261.
- 123.** *L'Heureux A., Grolinger K., Elyamany Hany F., Capretz Miriam A. M.* Machine Learning With Big Data: Challenges and Approaches // IEEE Access. 2016. Vol. 5. P.7776-7797.
- 124.** *Ibrar Yaqoob, Ejaz Ahmed, Ibrahim Abaker Targio Hashem, Abdelmutilib Ibrahim Abdalla Ahmed, Abdullah Gani, Muhammad Imran, Mohsen Guizani.* Internet of Things Architecture: Recent Advances, Taxonomy, Requirements, and Open Challenges // IEEE Wireless Communications. 2017. Vol. 24, Issue 3. P.10-16.

Поступила в редколлегию 14.04.2018

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Кривуля Г.Ф.

Мищенко Александр Сергеевич, ассистент кафедры АПБТ ХНУРЭ. Научные интересы: компьютерная инженерия. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Науки, 14.

Куликовская Юлия Александровна, студентка ХНУРЭ. Научные интересы: компьютерная инженерия. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Науки, 14.

Mishchenko Alexandr Sergeevich, teacher, assistant, Design Automation Department, NURE. Scientific interests: computer engineering. Address: Ukraine, 61166, Kharkov, Nauki Ave, 14.

Kulikovskaya Julia Alexandrovna, student KNURE. Scientific interests: computer engineering. Scientific interests: computer engineering. Address: Ukraine, 61166, Kharkov, Nauki Ave, 14.