

ECOIMPACT

Adaptive learning environment for competence in economic and societal impacts of local weather, air quality and climate



D3.1. Refined structure of and requirements to hardware and software PLE components

Document Information

Contract number	2015- 3320 / 001 - 001
Date	31.10.2016
Dissemination level	Consortium institutions
Nature	Report
Language	English (Summary), Russian
Author	Alexey Umnov (UNN)
Contributors	Tetiana Nezhlukchenko, Natalia Nezhlukchenko (KSAU) Volodymyr Andrusenko, Volodymyr Meshcheriakov, Oleg Shabliiy (OSENU) Irina Domanetska, Sergiy Snizhko, Anatoly Klimovich, Yuriy Boiko, Aleksandr Zagarija (TSNUK) Anna Timofeeva, Alexey Nikolskiy, Alexandra Timofeeva (ATI) Svetlana Surova (UNN) Eduard Podgaiskii, Ernest Estrin (RSHU)
Reviewer	Vladimir Chukin (RSHU)
Keywords	Information system, Equipment, Hardware, Software, Personal Learning Environment

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author(s), and the Commission cannot be held responsible for any use, which may be made of the information contained therein.

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Contents

Summary (in English)	2
Report (in Russian)	4

Summary

To implement the personal learning environment for each student, an integrated hardware and software system is required, consisting of knowledge base servers common for the entire service, the Internet of Things (IoT) servers, as well as local Internet of Things servers of user groups, user desktop applications for personal computers, as well as user IoT devices. Knowledge base servers should enable working with HTML documents - storing and searching documents of various types (including questions and tests), editing and viewing them through a browser interface, synchronizing knowledge bases with their local copies stored in a desktop application, etc. The Internet of Things servers should provide storage, retrieval and analysis of data coming through local servers from user IoT devices. It is necessary to ensure the integration of data coming from user devices into user documents in the form of interactive graphs plotted in real time. Questions and tests, combined with a flexible structure of the content categories, should enable programmed learning. Desktop application should enable work with knowledge base documents in both online and offline modes, and in combination with local servers should allow users to organize multicomponent IoT networks using convenient interfaces. The PLE hardware and software system should, first of all, be oriented to the Arduino hardware platform and similar ones, and also provide an API for connecting various devices built on other platforms.

Integration into a single system of capabilities for working with both virtual objects (documents) and real devices (e.g., IoT weather stations, etc.) will allow a student to accumulate and analyze educational and professional experience in relation to real-life practical activities (e.g., environmental monitoring) – via performing laboratory works included in training courses, as well as creating complex IoT networks within term papers and graduate theses.

Оглавление

1. Архитектура персональной образовательной среды	4
Концепция.....	4
Детализация требований к архитектуре программно-аппаратного комплекса.....	6
Общие принципы построения программно-аппаратного комплекса.....	6
Общие возможности программно-аппаратного комплекса	7
Составные части программно-аппаратного комплекса.....	8
Персональный интерфейс и инструменты пользователя	9
Серверная часть.....	10
Программное обеспечение для измерительных устройств и актуаторов.....	12
2. Программные и аппаратные средства (компоненты программно-аппаратного комплекса)	12

1. Архитектура персональной образовательной среды

Концепция

Анализ существующих в настоящее время персональных образовательных сред и технологий, в той или иной степени отвечающих требованиям, предъявляемым к персональным образовательным средам (Deliverable 1.1.) и их компонентам позволил сделать вывод, что персональные образовательные среды должны иметь перечисленные ниже функции:

- поддержка менеджмента образовательного процесса, выполняемого самим обучающимся;

под менеджментом образовательного процесса понимается:

* возможность для обучающегося выбора изучаемой темы и группы тем, формулировка изучаемых тем (обучающийся должен иметь возможность пользоваться справочным и методическим материалом, подготовленным экспертами, который облегчает выбор тем и их формулировку)

* возможность для обучающегося выбора источников информации, по которым будет происходить обучение (обучающийся должен иметь возможность пользоваться справочным и методическим материалом, подготовленным экспертами, который облегчает выбор источников)

* возможность для обучающегося самому определять (и фиксировать в виде планов и списков) последовательность и темп изучения материала, исходя из особенностей его образовательного бэкграунда и оптимального для него темпа работы, а также способа восприятия материала (обучающемуся должны быть предоставлены рекомендации, которые он сам может корректировать, исходя из предыдущего персонального опыта)

* возможность для обучающегося самостоятельно контролировать достигнутый им уровень знаний и умений в сравнении с желаемым (обучающийся должен иметь возможность обращения к рекомендательным шкалам оценки, составленным экспертами с использованием существующих образовательных стандартов, а также доступ к автоматизированным системам тестирования, созданным на базе этих стандартов).

- поддержка структуры образовательного и справочного материала, задаваемого обучающимся самостоятельно в виде иерархических схем, с возможностью разметки материала метаинформацией, облегчающей ее поиск и автоматизацию различных действий с ней; метаинформация, как минимум должна состоять из:
 - * произвольных ключевых слов, описывающих информационный блок (самостоятельную часть информации)
 - * аннотации к информационному блоку
 - * временной метки, приписываемой блоку (или временного интервала)
 - * географической метки, приписываемой информационному блоку
 - * ключевых терминов из фиксированного списка, описывающих предметную область

D3.1. Refined structure of and requirements to hardware and software PLE components

- * списка созданных пользователем категорий, к которым может быть отнесен информационный блок
- способность к интеграции и агрегированию различных источников данных и прикладных программ их обработки (функция интегратора), для чего программная среда должна содержать достаточно полный набор соответствующего инструментария;
к подобному инструментарию относятся:
 - * система контроля и управления следующими объектами:
 - HTML документами
 - интернет-ссылками
 - умными вещами (измерительными приборами, беспроводными блоками сенсоров, актуаторами и т.п.)
 - темплейтами документов в HTML - формате
 - файлами, привязанными к документам
 - * мэшп - редактор (интегрирующий текст, изображения, видео, интернет-ссылки, шфrams, географические карты, интерфейсы приборов и т.п.)
 - * система поиска и управления гиперссылками
 - * интерактивная карта
 - * средство создания коротких заметок (записная книжка)
 - * сервер интернета вещей
- возможность для обучающегося выполнять активную работу с информационно-справочным и контентом:
 - * создавать его
 - * комментировать
 - * препарировать (составлять произвольные комбинации из частей контента)
 - * объединять виртуальные объекты с виртуальными образами реальных объектов (интегрировать реальный и виртуальный миры)
- способность к развитию/расширению (функций, образовательного контента и инструментария) в соответствии с потребностями и особенностями пользователя, что обеспечивает ему возможность использования среды для образования в течение всей жизни и для работы – формирование своего собственного образовательного пространства, т.е. фактическое создание «киберличности» обучаемого в образовательном пространстве (функции расширения и единого аккаунта в образовательной среде на всю жизнь);
- возможность использования аутсорсинга организаций, предоставляющих сервисы, как для обучающихся (в течение всей их жизни), так и образовательным организациям;
- предоставление возможности сторонним лицам (группам лиц, в т.ч. коллегам) участвовать в образовательной деятельности/работе, в том числе, совместно;
- обеспечение коммуникаций, в том числе с социальными и профессиональными сетями, наличие удобных, простых в использовании сервисов совместной работы.

Все перечисленные функции персональной образовательной среды возможно реализовать только в рамках профессионально интегрированного программно-аппаратного комплекса. Использование отдельных неинтегрированных программных и аппаратных компонентов ставит перед обучающимися практически невыполнимую задачу их администрирования и самостоятельной интеграции.

Дополнительные подробности о концепции построения персональной образовательной среды с использованием приборов, построенных в рамках концепции интернета вещей для образования в области метеорологии, представлены в презентации автора настоящего документа, подготовленной для сообщества CALMET <https://alterozoom.com/ru/documents/31457.html>

В качестве образца построения зоны мониторинга окружающей среды, на примере которой можно создавать учебные материалы и строить персональную образовательную среду следует иметь в виду проект Smart Santander, реализуемый при поддержке Европейской комиссии <http://www.smartsantander.eu/index.php/testbeds>. Опыт этого проекта был использован при детализации архитектуры персональной образовательной среды в ее части, относящейся к приборам и построению лабораторных работ.

Детализация требований к архитектуре программно-аппаратного комплекса

Цели использования программно-аппаратного комплекса

1. Предоставление конечному пользователю (студенту, преподавателю, сотруднику компании и т.п.) удобных инструментов для создания персональных информационных ресурсов ("баз знаний"), используемых в персональном образовательном процессе, а также в процессе персональной профессиональной деятельности, связанной с организацией и управлением метеочувствительными техническими, природными и бизнес-системами, ориентированными на использование IoT возможностей.
2. Обеспечение для организаций возможности распространять учебные, научные и справочные материалы среди обучающихся и других заинтересованных лиц. Рекламирование и общая информационная поддержка образовательных и иных услуг.

Общие принципы построения программно-аппаратного комплекса

Программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий поддержку персональной образовательной среды должен состоять из множества равноправных многофункциональных серверов, программ-клиентов для компьютеров, шлюзов к "умным вещам" – приборам, а также умных вещей (измерительных приборов и актуаторов). При необходимости может быть введена специализация всех компонентов программно-аппаратного комплекса, используемых в рамках одной организации или консорциума организаций, работающих над выполнением одного проекта. При этом, части системы (кластеры) могут специализироваться по географическому принципу,

один из кластеров системы может быть определен на роль координатора. Координатор должен иметь больше ресурсов для хранения и обработки информации (расширенные аппаратные возможности), при этом в любой момент, при необходимости, функции координатора может взять на себя любой другой кластер с постепенным наращиванием аппаратных возможностей.

Пользователь, обладающий программой-клиентом, должен иметь возможность подключаться к любому набору серверов (при наличии разрешения со стороны сервера), а также использовать доступные внешние интернет-ресурсы, при наличии у пользователя компьютера-шлюза, интегрирующего локальные устройства, пользователь должен иметь возможность подключаться к шлюзу. Программа-клиент должна позволять пользователю работать как в онлайн, так и в офлайн режимах. Пользователь должен иметь возможность иметь множество аккаунтов на разных серверах, а также работать со сторонними облачными хранилищами данных.

Описанный подход позволяет конечному пользователю - обучающемуся или преподавателю иметь максимальную автономность с возможностью использования (по его выбору) возможностей, предоставляемых организациями, формирующими инфраструктуру персональных образовательных сред (например, университетами). Организации, формирующие инфраструктуру в интересах пользователей персональных образовательных сред, при этом имеют возможность развиваться через конкуренцию и сотрудничество друг с другом, предлагая различные информационные услуги.

Администрирование серверов (в том числе определение прав различных пользователей) производится их владельцами (университетами, коммерческими предприятиями, другими организациями). Каждый сервер может обеспечивать поддержку публичного интерфейса - информационного сайта. Должна существовать определенная возможность кастомизации внешнего вида интерфейсов пользователя и вида сайта, принадлежащего конкретной организации.

Многокомпонентная организация программно-аппаратного комплекса, при которой компоненты исходно максимально независимы друг от друга, но имеют возможности легко соединяться и обмениваться ресурсами обеспечивает максимальную гибкость и вариативность окончательной конфигурации системы, которая формируется самими пользователями и в любой момент может быть ими изменена.

Общие возможности программно-аппаратного комплекса

Программно-аппаратный комплекс должен позволять пользователю:

- создавать и классифицировать мультимедийных мэшп-объекты, содержащих информацию в текстовом, графическом, аудио и видео представлениях, а также содержащих объекты, являющиеся интерфейсами к интернет-ГИС сервисам,

математическим сервисам, а также объекты, отображающие интерфейсы к приборам ("умным" вещам) и т.п.,

- собирать и систематизировать в систему пользовательских категорий образовательную и рабочую информацию из различных источников (редакторы информационной системы, Интернет, бумажные документы и т.п.),
- создавать презентационные и справочные ресурсы в Интернете (в виде интернет-страниц, а также организованных и размеченных метайнформацией их коллекций – “баз знаний”)
- программно-аппаратный комплекс должен обеспечивать:
 - возможность подключения нему учебных лабораторных работ, построенных с использованием платформы Arduino, позволяющих обучающемуся знакомится с принципами интернета вещей, составляющими интернета вещей, а также самостоятельно строить измерительные и управляющие системы, не обладая специальными знаниями в области микроэлектроники и обработки данных,
 - возможность подключения к нему через интернет-каналы различных профессиональных метеорологических приборов (в первую очередь - автоматических метеорологических станций), снимающих показатели, характеризующие состояние окружающей среды в ситуациях, близких к реальным, а также приборов, снимающих показатели, характеризующие состояние антропогенных систем.

Составные части программно-аппаратного комплекса

1. Персональный интерфейс и инструменты пользователя (пользовательская часть)

- программа для десктоп-компьютеров (на ОС Windows, Linux)
- web-интерфейс (доступный через браузер)
- компьютер-шлюз, обеспечивающий соединение блоков датчиков и актуаторов с сервером интернета вещей
- блоки датчиков и актуаторов
- учебные и профессиональные лабораторные системы и комплексы приборов, используемые в учебных целях (приборы могут находиться как в пределах одного лабораторного помещения, так и быть распределены по территориям разных масштабов (район, город, страна, мир).

2. Серверная часть

- сервер баз знаний
- сервер вещей (датчиков и актуаторов)
- математический сервер
- сайт

- сторонние серверные сервисы, интегрированные в программно-аппаратный комплекс с помощью iframe, через API или ссылки (ГИС-сервисы, математические сервисы, сервисы хранения информации, сервисы Data mining)

3. Программное обеспечение для измерительных устройств и актуаторов (агент, обеспечивающий подключение вещи к серверу вещей)

Персональный интерфейс и инструменты пользователя

ПО для компьютера и веб-интерфейс

Персональное ПО и веб-интерфейсы, доступные через интернет-браузеры, должны позволять:

1. создавать базы знаний, состоящие из HTML-документов, описываемых метаинформацией.
2. структурировать информацию пользователей по определяемым ими категориям.
3. возможность авторизации пользователю с разных аккаунтов (в том числе, ассоциированных с разными серверами)
4. создавать следующие объекты, привязанные к пользовательским категориям:
 - * мультимедийные документы,
 - * шаблоны мультимедийных документов,
 - * объекты, отображающие "умные вещи",
 - * объекты, являющиеся комбинациями умных вещей, например, лабораторные работы
 - * интернет-ссылки,
 - * математические документы,
 - * наборы математических данных, файлы (создаваемые и открываемые в сторонних редакторах),
5. редактировать и отображать содержимое HTML-документов с помощью специального мэшап-редактора (редактор должен поддерживать возможности по форматированию текста (заголовки, жирный текст, курсив, подчеркивание, нумерованные и не нумерованные списки), работу с картой OSM или другой аналогичной, встроенным графическим редактором; также должна присутствовать возможность вставки ссылок, таблицы, изображения, видео, QR-кодов; редактор должен предоставлять возможность изменять непосредственно HTML - содержимое документа, в редактор должна быть встроена возможность описания документа метаинформацией, включая:
 - отнесение документа к набору пользовательских категорий (подкатегорий),

присваивание документу произвольных ключевых слов,

присваивание документу ключевых слов из заранее утвержденного списка,

присваивание документу географической метки,

присваивание документу временной метки;

в редактор должна быть встроена возможность создавать документ по заранее созданным пользователем шаблонам (HTML–документам-заготовкам),

в редактор должна быть встроена возможность создавать шаблоны лабораторных работ, содержащие как задания на них, так и алгоритмы выполнения, так и интерфейсы приборов лабораторных работ.

6. осуществлять поиск необходимой информации при запросах пользователя (по ключевым словам документа, по элементам заголовка документа).
7. подключаться к математическому серверу и производить математические расчеты
8. загружать импортированные из сервера комплекса данные в математический сервер для последующей обработки.
9. позволять пользователю выбирать импортированные с сервера комплекса объекты с данными, в том числе искать эти объекты по введенной метаинформации.
10. иметь возможность сохранять результаты обработки данных и визуализировать их в виде графиков.
11. управлять подключениями к математическому серверу и предоставлять пользователю возможность работать одновременно с несколькими не связанными подключениями к математическому серверу

Серверная часть

Компонента сервера базы знаний должна позволять:

1. Загружать документы в HTML формате с клиентского устройства на сервер.
2. Загружать на сервер файлы произвольного формата.
3. Хранить на сервере документы в HTML формате.
4. К каждому документу привязывать набор атрибутов: (Название, Ключевые слова, Аннотация, Дата создания, Дата последнего изменения, Версия документа, Тип документа, Права доступа, Список категорий, географическую координату, временную метку)
5. Хранить на сервере файлы в произвольном формате и привязывать к документам.
6. Хранить на сервере изображения в формате jpeg и привязывать к документам.

D3.1. Refined structure of and requirements to hardware and software PLE components

7. Возвращать содержимое документов и их атрибуты в XML и JSON формате.
8. Предоставлять возможность добавить в HTML содержимое документа численные данные, которые будут отображаться в виде интерактивных графиков,
9. структурировать информацию пользователей по определяемым ими категориям.
10. разграничивать права доступа к информации: информация доступна отдельным пользователям и информация доступна всей метеогруппе (всем пользователям).
11. редактировать содержимое документов через web - интерфейс с помощью WYSIWYG (WhatYouSeeIsWhatYouGet) редактора. Редактор поддерживает базовые возможности по форматированию текста: заголовки, жирный текст, курсив, подчеркивание, нумерованные и не нумерованные списки. Также присутствует возможность вставки ссылки, изображения, видео. Редактор предоставляет возможность изменять непосредственно HTML - содержимое документа.
12. осуществлять поиск необходимой информации при запросах пользователя по:
 - ключевым словам документа
 - элементам заголовка документа.
 - по всем текстам всех хранящихся на сервере документов (полнотекстовый поиск).
13. – создавать онлайн тесты-тренинги в формате программированного обучения,
14. – организовывать персональные образовательные треки в виде последовательных цепочек ссылок, поддерживаемых также оглавлениями треков

Компонента сервера сбора данных должна позволять:

1. Получать данные с сенсорных блоков от каждого датчика, встроенного в блок, а также служебные данные о заряде батареи блока и его режимах работы
2. Генерировать HTML-страницы сенсорных узлов, которые могут содержать информацию о наборе датчиков, встроенных в данный сенсорный узел, информацию о конструкции сенсорного узла, информацию об его обслуживании и другие необходимые комментарии.
3. Генерировать HTML-страницу датчика сенсорных узлов, которая содержит информацию о сенсорном узле, в который встроен данный датчик, а также предоставлять выборки данных показаний датчика за месяц и год.
4. Поддерживать взаимодействие с шаблонами лабораторных работ.

Компонента математического сервера должна позволять:

1. Выполнять команды, видимые пользователем через мобильный терминал
2. Выполнять программы, написанные на языке OCTAVE, включающие операции с целыми, вещественными и комплексными числами, операции с векторами и матрицами, базовые математические функции (возведение в степень, вычисление логарифмов, тригонометрические функции) и т.п.

3. Осуществлять по заранее определенным алгоритмам анализ данных,
4. Поддерживать взаимодействие с шаблонами лабораторных работ.

Формат данных в HTML :

Элемент div с атрибутом data-values, который содержит данные измерений в формате CSV. Формат данных (data-values): Формат может быть разделен на 3 части : заголовок, X-значение, Y-значения (может быть более одного значения) Заголовок содержит название X-значения, а также названия Y-значений. X-значение может быть датой или числом двойной точности (double). Каждое из Y-значений - число двойной точности.

Программное обеспечение для измерительных устройств и актуаторов (агентов, обеспечивающих подключение вещи к серверу вещей)

ПО должно обеспечивать подключение хаба датчиков, выполненного на одноплатном компьютере класса Intel Edison, Galileo, Raspberry Pi и выше, к серверу сбора данных. ПО должно обеспечивать возможность встраивания программ обработки данных, написанных на языках высокого уровня, перед отправкой данных на сервер сбора данных. ПО должно обеспечивать приписывание передаваемым данным временных меток. ПО должно обеспечивать двухстороннюю связь с хабом датчиков.

2. Программные и аппаратные средства (компоненты программно-аппаратного комплекса)

Программно-аппаратный комплекс должен быть создан с максимально возможным использованием готовых компонентов (как программных, так и аппаратных). Главная задача, стоящая перед поставщиком программно-аппаратного комплекса, - интеграция всех этих готовых компонентов в единую систему (с использованием дополнительных интегрирующих программно-аппаратных решений и тщательного тестирования работоспособности всего сложного многоэлементного программно-аппаратного комплекса), допускающую легкое расширение, модификацию и настройку под нужды конкретного потребителя силами преподавателей и другого учебного персонала университетов, не обладающих глубокими профессиональными знаниями в области микроэлектроники, программирования и создания систем обработки данных.

Для организации лабораторных работ, позволяющих учащимся осваивать концепцию интернета вещей, применительно к конкретной сфере деятельности, мы рекомендуем как составляющую программно-аппаратного комплекса, использовать лабораторные работы, построенные с применением платформы Arduino, а также платформ Intel Galileo и Intel Edison. (<https://www.arduino.cc/>; <https://software.intel.com/ru-ru/iot/hardware/dev-kit>)

Правильность сделанного выбора подтверждается созданием с использованием перечисленных инструментов тестовой лабораторной работы "LOCALMET" в ходе

школы "Технологии+Бизнес", проведенной с 01.08.16 по 15.08.16 в Лаборатории физических основ и технологий беспроводной связи Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского - участника проекта ЕСОИМРАСТ. Проект был выполнен сборной командой, состоящей из студентов Российского государственного гидрометеорологического университета (Санкт-Петербург) и Нижегородского государственного университета. Материалы проекта и сопутствующие им материалы, подготовленные после завершения проекта представлены на ресурсе: <https://alterozoom.com/ru/categories/3379.html>

В качестве системы управления персональными знаниями за основу предлагается взять систему управления персональными знаниями Alterozoom, разрабатываемую и тестируемую в Нижегородском государственном университете.

Анализ профессионального оборудования, которое может быть использовано в учебных целях для демонстрации подхода интернета вещей в микрометеорологии показал, что оптимальным является использование беспроводных сенсорных сетей, построенных с использованием платформы Libelium и средств связи, использующих технологию LoraWan (<http://www.libelium.com/>; <https://www.the-iot-marketplace.com/>; <https://www.cooking-hacks.com/shop/wireless/lorawan>).

Эти платформы позволяют организовывать системы мониторинга любых масштабов в любых условиях с регистрацией как традиционно измеряемых в микрометеорологии параметров (температура, давление, влажность атмосферного воздуха, сила и направление ветра), так и специфических интересных для бизнеса и населения параметров - уровень и состав вредных компонентов в атмосфере, параметры почвы, параметры, характеризующие состояние растений, параметры, характеризующие состояние животных, параметры технических систем и т.п.).

Анализ также показывает возможность и полезность использования в программно-аппаратном комплексе автоматических метеорологических станций различных производителей, например: iMetos и Инспектор Метео.

В качестве системы для создания имитационных моделей лабораторных работ, а также бизнес-процессов и других сложных систем, описываемых в курсах, разрабатываемых в рамках проекта предлагается использовать систему AnyLogic или аналогичную ей.

Окончательный выбор программных и аппаратных компонентов может быть сделан после разработки лабораторных работ, поддерживающих курсы и самих курсов по всем направлениям, но при этом программно-аппаратный комплекс, поддерживающий персональную образовательную среду должен позволять подключать их с минимальными настройками силами преподавателей или обучающихся.