

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования "Национальный исследовательский университет
"Высшая школа экономики"**

Концепция магистерской программы

«Интернет вещей и киберфизические системы»

Направление 11.04.02

«Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Степень (квалификация): магистр

Авторы программы:

Профессор ДКИ МИЭМ НИУ ВШЭ, к.т.н., доцент Восков Л.С.

Ассистент ДКИ МИЭМ НИУ ВШЭ Ролич А.Ю.

Москва 2017

1. Общая характеристика

Магистерская программа «Интернет вещей и киберфизические системы» предполагает ее освоение в течение двух учебных лет, трудоемкость освоения составляет 120 зачетных единиц. Форма обучения очная. Магистерская программа «Интернет вещей и киберфизические системы» является платной.

Магистерская программа «Интернет вещей и киберфизические системы» сочетает в себе академический подход к изучению предметной области с практической направленностью: ее основу составляет научное исследование принципов создания и функционирования программно-аппаратных комплексов, систем сбора и анализа данных, получаемых от автономных устройств, а также систем кибербезопасности в рамках концепции Интернета вещей и киберфизических систем.

Преподавание ведется на русском и английском языках с использованием зарубежных источников (преимущественно англоязычных, английский язык является языком международного общения инженеров и программистов).

По успешном окончании магистерской программы выдается диплом государственного образца РФ.

Руководителем магистерской программы является профессор департамента компьютерной инженерии МИЭМ НИУ ВШЭ, к.т.н., доцент Восков Л.С.. (email: lvoskov@hse.ru).

2. Актуальность, цели магистерской программы

Интернет вещей (IoT, Internet of Things) – система объединенных компьютерных сетей и подключенных физических объектов (вещей) со встроенными датчиками и ПО для сбора и обмена данными, с возможностью удаленного контроля и управления в автоматизированном режиме, без участия человека. Одним из сегментов Интернета вещей и киберфизических систем является Промышленный Интернет вещей (Industrial Internet of Things, IIoT), использующийся для корпоративных и отраслевых нужд. Промышленный Интернет вещей представляет собой многоуровневую систему, включающую в себя датчики и контроллеры, установленные на конкретных узлах и агрегатах промышленного объекта, средства передачи собираемых данных и их визуализации, мощные аналитические инструменты интерпретации получаемой информации, с возможностью удаленного контроля и управления в автоматизированном режиме, без участия человека.

Современная мировая промышленность стоит на пороге четвертой промышленной революции, с которой связывают возможности кардинальной модернизации производства и экономики, а также появление таких явлений, как: цифровое производство, экономика «совместного использования» (shared economy), коллективное потребление, «уберизация» экономики, облачные технологии, распределенные вычисления, сете-центрическая модель управления, децентрализация управления и т.д. Интернет вещей и киберфизические системы в свою очередь являются технологической основой для перехода к новой экономической парадигме.

В настоящее время для повышения международной конкурентоспособности отечественные промышленные концерны и корпорации начинают внедрять элементы

технологии Интернета вещей и киберфизических систем в существующие технологические процессы. Использование подобных технологий позволяет повысить производительность труда и качество производимой продукции, уменьшить себестоимость продукции и увеличить скорость выполнения заказов, а также открыть новые возможности по выстраиванию цепочки “производитель-потребитель”. За количественным ростом Интернета вещей и организационно-технологической трансформацией производства стоят важные качественные изменения в экономике:

- данные, которые раньше были не доступны, с ростом проникновения встроженных устройств представляют собой ценную информацию о характере использования продукта и оборудования для всех участников производственного цикла, являются основой формирования новых бизнес-моделей и обеспечивают дополнительный доход от предложения новых услуг;
- виртуализация производственных функций сопровождается формированием «экономики совместного использования» (shared economy), характеризующейся существенно более высокой эффективностью и производительностью за счет повышения использования имеющихся ресурсов, изменения функционала устройств без внесения изменений в физические объекты, путем изменения технологий управления ими;
- моделирование технологических процессов, сквозное проектирование и, как результат, оптимизация цепочки создания стоимости на всех этапах жизненного цикла продукта в режиме реального времени, позволяют производить штучный или мелкосерийный продукт по минимальной цене для заказчика и с прибылью для производителя, что в традиционном производстве возможно только при массовом производстве;
- эталонная архитектура, стандартизированные сети и модель аренды вместо оплаты полной стоимости владения, делают совместную производственную инфраструктуру доступной для среднего и малого бизнеса, что облегчает их усилия по управлению производством, позволяет ускорить реагирование на изменяющиеся требования рынка и сокращение жизненного цикла продукции, и влечет за собой разработку и появление новых приложений и сервисов;
- анализ данных о пользователе, его производственных объектах (машинах, зданиях, оборудовании) и характере потребления открывают возможности для поставщика услуги по улучшению клиентского опыта, созданию большего удобства пользования, лучшего решения и сокращению затрат клиента, что ведет к повышению удовлетворенности и лояльности от работы с данным поставщиком;
- функционирование различных отраслей экономики будет непрерывно усложняться под воздействием развития технологий и все больше осуществляться за счет автоматического принятия решений самими машинами на основе анализа большого объема данных с подключенных устройств, что приведет к постепенному снижению роли производственного персонала, в том числе квалифицированного.

На фоне стремительных темпов внедрения элементов технологии Интернета вещей в промышленность и экономику возникает потребность в комплексной качественной подготовке квалифицированных специалистов для разработки и обслуживания корпоративной и промышленной инфраструктуры, функционирующей в рамках концепции Интернета вещей.

Целью магистерской программы “Интернет вещей и киберфизические системы” является комплексная подготовка квалифицированных специалистов в области Интернета вещей и киберфизических систем, способных проводить исследования и разработки в области Интернета вещей и киберфизических систем на мировом уровне, а также обладающих знаниями и навыками в области облачных технологий, беспроводных сенсорных сетей, программно-аппаратных и встраиваемых систем Интернета вещей, обработки и анализа больших данных (Big Data) и больших аналоговых данных (Big Analog Data), кибербезопасности систем Интернета вещей и киберфизических систем.

Магистерская программа “Интернет вещей и киберфизические системы” организуется Департаментом электронной инженерии МИЭМ НИУ ВШЭ при поддержке ведущих отечественных и международных компаний, таких как Infowatch, National Instruments, IBM, PTC. Перечисленные компании активно внедряют технологии Интернета вещей в свои производственные и корпоративные процессы, что позволит студентам магистерской программы получить и освоить передовые практические знания в области Интернета вещей непосредственно на производстве. Одной из задач магистерской программы “Интернет вещей и киберфизические системы” является подготовка специалистов, желающих продолжить обучение в аспирантуре НИУ ВШЭ и вести научно-исследовательскую деятельность в области Интернета вещей или смежных областях.

3. Целевая аудитория магистерской программы

Основной целевой аудиторией магистерской программы “Интернет вещей и киберфизические системы” являются выпускники бакалавриата и специалитета НИУ ВШЭ по образовательным программам “Информатика и вычислительная техника”, “Инфокоммуникационные технологии и системы связи”, “Прикладная математика”, “Компьютерная безопасность”, “Прикладная математика и информатика”, “Программная инженерия”, “Бизнес-информатика”, которые хотят приобрести знания и опыт в области Интернета вещей и киберфизических систем. Магистерская программа также направлена на выпускников бакалавриата и специалитета других ВУЗов по идентичным или смежным направлениям подготовки.

Предполагается, что обучаться на данной образовательной программе смогут студенты различного уровня и профиля подготовки (в области технических, компьютерных и физико-математических наук), с различным профессиональным опытом. Выпускники магистерской программы представляют собой молодых специалистов, инженеров, научных сотрудников и руководителей новых структурных подразделений, специализирующихся на технологиях Интернета вещей и киберфизических систем, промышленных и научно-исследовательских предприятий. Выпускники магистерской программы имеют комплексную подготовку в области Интернета вещей и киберфизических систем, а также передовой практический опыт использования и внедрения технологий Интернета вещей и киберфизических систем в промышленности и корпоративном сегменте экономики.

Величина предполагаемого потока студентов составляет ориентировочно 20-25 чел./год, в зависимости от результатов вступительного отбора. Так как целью программы является подготовка специалистов элитного, мирового уровня, то качество подготовки имеет безусловный приоритет над количеством обучающихся.

Магистерская программа предоставляет возможность углубленного изучения специфики Интернета вещей и киберфизических систем тем, кто сознательно выбрал эту специализацию и намерен стать специалистом мирового уровня. Для этого в МИЭМ НИУ ВШЭ предусмотрен и выверен путь становления высококвалифицированных научных работников – от бакалавриата до аспирантуры (включительно), частью которого и является данная магистерская программа.

4. Международный и отечественный опыт

В начале 2016 году в кластере информационных технологий Фонда «Сколково» сформирована Ассоциация игроков сферы Интернета вещей (Internet of Things, IoT). В ассоциацию вошли разработчики решений, операторы связи, производители и интеграторы оборудования. Одним из первых шагов, сделанных ассоциацией, стала выработка предложений в области новых направлений для исследования и стандартизации сферы IoT как в России, так и на международном уровне. На данный момент в Ассоциацию входит 20 компаний и организаций: резиденты «Сколково» iRidium mobile, DEUS, «Чуткий дом», GO+, представители Ассоциации «Тайзен.ру», агентства недвижимости «МСК Ключ» и аффилированные управляющие/сервисные компании, операторы «Ростелеком» и «Билайн»; наноцентр «Техноспарк», МТУСИ, T-ONE Group, «М2М телематика» и другие.

В конце 2016 года была создана Ассоциация интернета вещей (АИВ, официальное название "Ассоциации участников рынка Интернета вещей"), созданная по инициативе Фонда развития интернет-инициатив и МГТУ им. Н.Э.Баумана, поддержана Минпромторгом России, лидерами рынка интернета вещей и ведущими техническими университетами страны. Участниками ассоциации выступили компании из различных индустрий - телекоммуникации, операторы вещей и облаков, предприятия реального сектора, агропромышленные холдинги, фармакологические компании. Среди них: АО "Петер-Сервис", ООО "Тингеникс", ООО "Лартех Телеком", ООО "Центр 2М", АО "Национальный исследовательский институт технологий и связи" (НИИТС), Донской Государственный Технический Университет (ДГТУ), ООО "ПК Прибор", ООО "СенЛабРус".

Международный консорциум Интернета вещей (The Internet of Things Consortium, IoTC) был создан в 2012 году и выступает как глобальная организация, создающая глобальную экосистему ведущих компаний, внедряющих технологии Интернет вещей, включая домашнюю автоматизацию, “умные города”, автономные автомобили, электронную коммерцию и носимые устройства. Миссия IoTC заключается в том, чтобы стимулировать продвижение технологии Интернет вещей, способствовать партнерству, обмену знаниями и образованию продвижению и внедрению продуктов и услуг Интернета вещей в промышленности и сфере услуг. В консорциум входят такие ведущих международных компании (выступающие также в роли работодателей для специалистов в области Интернета вещей) как NXP Semiconductors, Verizon, Belkin, Whirlpool, IndieGoGo, Nestle, Securifi, Honeywell, Chirp и другие.

В ноябре 2016 года было объявлено, что Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии начинает формирование технического комитета, который займётся стандартизацией киберфизических систем. Комитет создан по инициативе АО «РВК» - государственного фонда фондов и института развития Российской Федерации.

Комитет будет проводить работы по стандартизации таких сфер, как «Интернет вещей», «Умные города», «Умное производство», «Большие данные». Планируется, что комитет выработает следующие национальные стандарты:

- ГОСТ Р «Интернет вещей. Эталонная архитектура» (гармонизация с ИСО/МЭК 30141);
- ГОСТ Р «Интернет вещей. Термины и определения» (гармонизация с ИСО/МЭК 20924);
- ГОСТ Р «Интернет вещей. Интероперабельность систем «Интернета вещей». Часть 1. Структура» (гармонизация с ИСО/МЭК 21823-1);
- ГОСТ Р «Интернет вещей. Интероперабельность систем «Интернета вещей». Часть X. Семантическая интероперабельность» (гармонизация с ИСО/МЭК 21823-X);
- ГОСТ Р «Большие данные. Эталонная архитектура» (гармонизация с ИСО/МЭК 20547);
- ГОСТ Р «Большие данные. Термины и определения» (гармонизация с ИСО/МЭК 20546);
- ГОСТ Р «Умный город. Эталонная структура ИКТ. Часть 1. Структура бизнес-процессов Умного города» (гармонизация с ИСО/МЭК 30145-1);
- ГОСТ Р «Умный город. Эталонная структура ИКТ. Часть 2. Структура управления знаниями Умного города» (гармонизация с ИСО/МЭК 30145-2);
- ГОСТ Р «Умный город. Эталонная структура ИКТ. Часть 3. Инженерные системы Умного города» (гармонизация с ИСО/МЭК 30145-3);
- ГОСТ Р «Умный город. Показатели ИКТ» (гармонизация с ИСО/МЭК 30146).

В секторе стандартизации технологии Интернет вещей на международной арене можно выделить:

- Международный союз электросвязи (International Telecommunication Union, ITU), который реализует сегодня инициативу IoT-GSU (Global Standards Initiative on Internet of Things).
- Европейский проект по архитектуре Интернета вещей (IoT-A), в который входят компании Siemens, NEC, Alcatel-Lucent, Hitachi, NXP, SAP, Telefonica, IBM и др., и целью которого является разработка эталонной архитектурной модели (Architectural ReferenceModel, ARM) Интернета вещей с описанием основных компонентов.
- Европейский исследовательский кластер Интернета вещей IERC, осуществляющий координацию различных проектов Евросоюза (ЕС) в области Интернета вещей с целью определения общего понимания принципов и технологий, а также координации проектов европейских разработчиков.
- Некоммерческий альянс Альянс IPSO, объединяющий различные сообщества, компании и организации в целях продвижения протокола межсетевое взаимодействия IP как коммуникационной среды для «умных объектов». Целями альянса являются разработка способов применения протокола IP для доступа к «умным вещам», создание

и обновление необходимых стандартов в кооперации с IETF, IPv6 Forum, Z-Wave Alliance, Zigbee, определение эффективных способов использования «умных вещей» с IP, маркетинг.

5. Характеристика сегмента рынка образовательных услуг

В нашей стране научными исследования в области Интернета вещей активно занимаются ведущие российские организации, среди которых Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, Институт точной механики и вычислительной техники им. С.А. Лебедева РАН, Нижегородский государственный университет, Московский физико-технический институт (МФТИ), Московский авиационный институт, Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, Московский технический университет связи и информатики (МТУСИ), Донской Государственный Технический Университет (ДГТУ) и другие.

При этом в перечисленных высших учебных заведениях не существует целостных образовательных программ для подготовки специалистов в области Интернета вещей. В этих университетах имеются смежные специальности, читаются отдельные курсы по технологиям Интернет вещей, только начинают организовываться лаборатории, занимающиеся научно-учебной деятельностью в области Интернета вещей.

Лучшие зарубежные имеют факультеты технических и компьютерных наук, где готовят специалистов в области Интернета вещей и киберфизических систем. В их числе: Stanford University, MIT, University of California Berkeley, Princeton University, Carnegie Mellon University, Cornell University (USA), Toronto University (Canada), Oxford (United Kingdom), University of Birmingham (United Kingdom), Queen Mary University of London (United Kingdom), Royal Holloway University of London (United Kingdom), Université de Lyon (France), Technion (Israel), ETH (Switzerland) и другие. В некоторых зарубежных университетах реализуются комплексные целостные образовательные магистерские программы “Internet of Things” (Queen Mary University of London, UK), “Masters in The Internet of Things” (Royal Holloway University of London, UK), “MSc Internet Engineering” (UCL Department of Electronic and Electrical Engineering, UK), “MSc Cyber-Physical Social Systems (CPS2)” (Université de Lyon, France). Сотрудники и выпускники этих университетов известны своим вкладом в развитие технологий Интернета вещей и киберфизических систем.

Для формирования квалифицированного специалиста в области Интернет вещей и киберфизических систем как ученого-исследователя необходима научная школа и участие в современных разработках мирового уровня. В МИЭМ НИУ ВШЭ имеются для этого необходимые условия: создана научная школа в области беспроводных сенсорных сетей под руководством профессора Воскова Л.С., созданы научно-учебные группы “Теоретические основы энергоэффективности беспроводных сенсорных сетей” и “Основы теории энергоэффективного взаимодействия автономных устройств в рамках парадигмы Интернета вещей”, реализуются студенческие научно-исследовательские и инновационные проекты в рамках программ “УМНИК” и “СТАРТ”, организовано тесное взаимодействие в реализации научно-учебных и прикладных проектов в области Интернета вещей и киберфизических систем с компаниями Infowatch, National Instruments, IBM, PTC.

Преимуществом данной магистерской программы по сравнению со сходными программами отечественных ведущих университетов является:

- комплексная подготовка квалифицированных специалистов в области Интернета вещей и киберфизических систем, способных проводить исследования и разработки в области Интернета вещей и киберфизических систем на мировом уровне, а также обладающих знаниями и навыками в области облачных технологий, беспроводных сенсорных сетей, программно-аппаратных и встраиваемых систем Интернета вещей, обработки и анализа больших данных (Big Data) и больших аналоговых данных (Big Analog Data), кибербезопасности систем Интернета вещей;
- специализация магистерской программы на сегменте Промышленного Интернета вещей (Industrial Internet of Things, IIoT);
- программа разработана совместно с ведущими компаниями в области Интернет вещей и киберфизических систем (Infowatch, National Instruments, IBM, PTC);
- привлечение ведущих практиков компаний в области Интернета вещей и киберфизических систем для чтения лекций и проведения практических занятий с использованием программно-аппаратного оборудования и программного обеспечения компаний (Infowatch, National Instruments, IBM, PTC);
- реализация научно-исследовательских и инновационных проектов в рамках учебного процесса с перспективами коммерциализации и привлечением специалистов ведущих компаний в области Интернета вещей и киберфизических систем;
- подготовка к прохождению программ сертификации специалистов компаний Infowatch, National Instruments, IBM, PTC в области Интернета вещей и киберфизических систем;
- преподавание учебных курсов и дисциплин проводится на русском и английском языках;
- отдельное внимание уделяется технологиям программно-конфигурируемых сетей (SDN), технологиями программно-конфигурируемого радио (SDR) и технологиям кибербезопасности в Интернете вещей и киберфизических системах;
- потенциальная возможность трудоустройства выпускников магистерской программы в компании-партнеры (Infowatch, National Instruments, IBM, PTC).

6. Востребованность и трудоустройство выпускников

На фоне стремительных темпов внедрения элементов технологии Интернета вещей в промышленность и экономику возникает потребность в комплексной качественной подготовке квалифицированных специалистов для разработки и обслуживания корпоративной и промышленной инфраструктуры, функционирующей в рамках концепции Интернета вещей.

Во всем мире ощущается острая нехватка квалифицированных специалистов в области Интернета вещей и киберфизических систем с комплексной подготовкой. Ведущие мировые компании, среди которых Deloitte, IBM, Verizon, Hitachi Data Systems,

SAP, Vodafone, Zones, Inc., Microsoft, QTS Data Centers, Fujitsu, Intel, Sentaca, Schneider Electric, PTC, Super Micro Computer активно рекрутируют новых специалистов в области Интернет вещей (IoT specialist) со средней годовой заработной платой от \$75 000 до \$150 000 зарубежом и средней месячной заработной платой от 75 000 руб. до 150 000 руб. в Российской Федерации и странах СНГ.

Выпускник магистерской программы “Интернет вещей и киберфизические системы” имеет реальные возможности трудоустройства не только в ведущих международных и отечественных промышленных концерны и корпорации, а также в ведущих научно-исследовательских институтах РАН для участия в научно-исследовательской работе и построения академической карьеры в ведущих национальных исследовательских университетах Российской Федерации.

7. Структура учебного плана

Учебный план рассчитан на два учебных года. Содержание учебных курсов вариативного блока основывается на обширном опыте, накопленном преподавателями магистерской программы “Интернет вещей и киберфизические системы” при подготовке специалистов, а также результатах, полученных при выполнении НИР в области исследования и разработки информационных систем и компьютерных сетей, реализации проектов в сфере управления ИТ-услугами и создания специализированных программно-аппаратных комплексов в соответствии с концепцией Интернета вещей и с учетом требований и рекомендаций международных и национальных профессиональных стандартов. Перечень дисциплин, входящих в базовый учебный план магистерской программы “Интернет вещей и киберфизические системы”:

Адаптационные дисциплины

- Введение в технологии Интернета вещей и киберфизических систем
- Основы работы в NI LabView

Дисциплины (модули)

Дисциплины направления

Базовая часть

- Инфокоммуникационные системы и сети
- Датчики и сенсорные системы

Дисциплины программы

Базовая часть

- Программно-аппаратные платформы Интернета вещей и встраиваемые системы
- Кибербезопасность в Интернете вещей

Вариативная часть

- Онлайн дисциплина по выбору из рекомендованного списка
- Дисциплина по выбору из общеуниверситетского пула "МАГО-ЛЕГО"
- Разработка интернет-приложений, сервисов и систем визуализации
- Распределенные системы и вычисления
- Методы и системы обработки больших данных
- Облачные технологии
- Анализ и визуализация данных
- Программно-определяемые радиосистемы SDR и сети SDN

- Разработка мобильных приложений
- Машинное обучение
- Системы управления и сбора данных SCADA
- Проектирование киберфизических систем на кристалле
- Технологии цифрового производства

Аннотации учебных дисциплин и Базовый Учебный План (БУП) магистерской программы прилагаются.

Учебный план предусматривает непрерывное участие студентов-магистрантов в научно-исследовательском семинаре по программе обучения. Студенты имеют персональных научных руководителей-кураторов и занимаются исследованиями и разработками в исследовательских группах, регулярно докладывая на семинарах и конференциях результаты своей работы.

8. Концепция научно-исследовательского семинара

Научно-исследовательский семинар магистерской программы органично сопряжен с научной деятельностью лабораторий МИЭМ НИУ ВШЭ и проектно-исследовательской деятельностью отечественных и зарубежных компаний. Тематика научно-исследовательского семинара магистерской программы соответствует тематике современных научно-исследовательских и инженерных разработок в области Интернета вещей, киберфизических систем, беспроводных сенсорных сетей как в России, так и в мире. Студенты магистратуры могут выбрать тему исследования и научного руководителя как из НИУ ВШЭ, так и из компаний-партнеров (Infowatch, National Instruments, IBM, PTC). Таким образом, студенты непосредственно участвуют в передовых разработках по специальности, регулярно отчитываясь о полученных результатах на семинарах магистерской программы и регулярно проводимых научных семинарах и конференциях, проводимых НИУ ВШЭ.

Одновременно с научно-исследовательской деятельностью студенты приобретают навыки участия в проектной деятельности и передовых разработках в сфере Интернета вещей и киберфизических систем с участием отечественных и зарубежных компаний (Infowatch, National Instruments, IBM, PTC). Подобное участие является залогом подготовки специалистов мирового уровня с гарантией успешного трудоустройства при сохранении возможности продолжения научной работы в НИУ ВШЭ.

Результатом научно-исследовательского семинара будут являться научно-исследовательские и инновационные проекты, реализованные совместно с предприятиями компаний (Infowatch, National Instruments, IBM, PTC), как имеющие перспективы коммерциализации, так и внедряемые на предприятиях. В результате обучающиеся приобретут не только компетенции в области реализации технических продуктов, но также в области организации и управления проектами, защиты интеллектуальной собственности и инновационного менеджмента. В результате освоения магистерской программы, обучающиеся будут иметь необходимые навыки и компетенции для прохождения программ сертификации специалистов компаний Infowatch, National Instruments, IBM, PTC и др. в области Интернета вещей и киберфизических систем

Приложение

Содержательная часть программы

1. Введение в технологии Интернета вещей и киберфизических систем

Курс является введением в технологии Интернета вещей и киберфизических систем. Освещаются возможности применения Интернета вещей в образовании, экономике, производстве. Рассматривается архитектура, технологии Интернета вещей, компоненты типовых систем Интернета вещей, тенденции развития данной предметной области. Обсуждаются основные схемы взаимодействия между устройствами Интернета вещей и физическим миром.

Основные положения дисциплины могут быть использованы в дальнейшем при изучении следующих всех дисциплин данной образовательной программы.

Литература

- Principles of Cyber-Physical Systems - Rajeev Alur, MIT Press, 2015
- Internet of Things, 1st Edition - Rajkumar Buyya, Amir Vahid Dastjerdi, Morgan Kaufmann, 2016
- Building the Web of Things With examples in Node.js and Raspberry Pi - Dominique D. Guinard and Vlad M. Trifa, June 2016 ISBN 9781617292682, 344 pages
- Internet of Things: A Hands-On Approach - Arshdeep Bahga, Vijay Madisetti, 2014
- Интернет вещей / А.В. Росляков, С.В. Ваняшин, А.Ю. Гребешков, М.Ю. Самсонов; под ред. А.В. Рослякова. – Самара: ПГУТИ, ООО «Издательство Ас Гард», 2014. – 340 с.
- Industry 4.0: The Industrial Internet of Things 1st ed. Edition by Alasdair Gilchrist, 2016

2. Основы работы в NI LabView

Целью изучения курса получение опыта и навыков программирования в системе LabView и использования этих знаний для успешного освоения дисциплин связанных с системами автоматизированного управления, сбора и обработки данных. Курс включает несложные и легко повторяемые примеры программирования реальных измерительных приборов и формирует у студента системный подход к построению устройств обработки информации и управления процессами. Использование среды LabView позволяет обучающимся разрабатывать приложения: тестирования, измерения и сбора данных, управления измерительными приборами, архивирования данных, анализа данных измерений и генерации отчетов. С помощью Lab View обеспечивается работа с многофункциональными устройства сбора данных и работа с подключенными датчиками и генераторами сигналов.

Основные положения дисциплины могут быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин: датчики и сенсорные системы, системы управления и сбора данных SCADA, разработка интернет-приложений, сервисов и систем визуализации, программно-определяемые радиосистемы SDR и сети SDN, научно-исследовательский семинар и выполнение выпускной квалификационной работы.

Литература

- Jeff C. Jensen, Edward A. Lee, and Sanjit A. Seshia, An Introductory Lab in Embedded and Cyber-Physical Systems, <http://LeeSeshia.org/lab>, First Edition v.1.00, 2013.
- Hands-On Introduction to LabVIEW for Scientists and Engineers 3rd Edition - John Essick, 2015, ISBN: 9780190211899, 688 pages

3. Облачные технологии

Курс «Облачные технологии» дает основные теоретические и практически е сведения о самой передовой на сегодня технологии компьютерных вычислений – облачных технологиях. Суть облачных технологий состоит в гибком формировании пула вычислительных ресурсов (компьютеры, сервера, приложения, другие сервисы) через сеть Интернет. Темп роста количества устройств Интернета вещей и киберфизических систем увеличивается с каждым днем, требуются все более мощные системы для высокопроизводительных вычислений. Именно поэтому применение облачных технологий крайне актуально в контексте работы с большими данными и устройствами Интернета вещей. Конечными целями изучения "Облачных вычислений" является формирование теоретических знаний и практических навыков в практической реализации преимуществ облачных вычислений в области Интернета вещей и киберфизических систем. Курс охватывает технологии, необходимые для создания классических, виртуализированных и облачных центров обработки данных. Эти технологии включают в себя виртуализацию вычислений, хранения данных, сетевых и настольных приложений. Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах: введение в технологии Интернета вещей и киберфизических систем.

Основные положения дисциплины могут быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин: машинное обучение, научно-исследовательский семинар и выполнение выпускной квалификационной работы.

Литература

- Cloud Computing (The MIT Press Essential Knowledge series) by Nayan B. Ruparelia, 2016
- Cloud Computing: Concepts, Technology & Architecture, Thomas Erl, 2013
- Architecting the Cloud: Design Decisions for Cloud Computing Service Models (SaaS, PaaS, & IaaS), Michael J. Kavis, January 2014
- IBM Bluemix Architecture Series: Web Application Hosting on IBM Containers, 2015
- PTC Academic Programm [URL: <http://www.ptc.com/academic-program>]

4. Кибербезопасность в Интернете вещей

Целями освоения дисциплины «Кибербезопасность в Интернете вещей» являются изучение:

- основных направлений деятельности по обеспечению безопасности Интернета вещей, киберфизических систем в составе объектов критической информационной инфраструктуры (КИИ),
- основных понятий, угроз, уязвимостей, рисков в области безопасности Интернета вещей, киберфизических систем в составе объектов КИИ;

- технологий угроз сетевой безопасности, а также механизмов противодействия сетевым атакам;
- особенностей проектирования систем безопасности объектов КИИ.

В рамках данной дисциплины обучающиеся изучают:

- основные нормативно-правовые акты РФ (НПА РФ), международные и национальные стандарты в области обеспечения безопасности Интернета вещей, киберфизических систем, объектов критической информационной инфраструктуры;
- особенности обеспечения безопасности индустриального Интернета вещей;
- применение требований нормативных, руководящих и методических документов РФ, а также национальных стандартов и лучших практик в области информационной безопасности для обеспечения безопасности киберфизических систем, объектов критической информационной инфраструктуры.

Изучение данной дисциплины базируется на дисциплине «Введение в технологии Интернета вещей и киберфизических систем».

Основные положения дисциплины могут быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин: научно-исследовательский семинар и выполнение выпускной квалификационной работы.

Литература

- Петренко С. А., Смирнов М. Б. Безопасность АСУТП и критической информационной инфраструктуры // СПб.: ООО «ИД «Афина». – 2018. ISBN 978-5-9909868-1-7. Учебно-методическое пособие [Электронная версия]
- Петренко С. А., Ступин Д. Д. Национальная система раннего предупреждения о компьютерном нападении. (СПб.: ООО «ИД «Афина». – 2017. ISBN 978-5-9909868-0-0). [Доступна электронная версия]
- Petrenko, Sergei (2018) Big Data Technologies for Monitoring of Computer Security: A Case Study of the Russian Federation.
- М.Б. Смирнов, А.Ю. Юршев. ИБ-аудит объектов КИИ и критически важных объектов ТЭК // Защита информации. Инсайд. - 2018. - №2 (80)

5. Системы управления и сбора данных SCADA

Целью курса является изучение принципов работы систем сбора данных, созданных на основе ПК. Выполнение практических упражнений поможет приобрести опыт работы с измерительным оборудованием и научиться использовать функции LabVIEW, отвечающие за работу с оборудованием. Рассматриваются вопросы программирования аналогового и цифрового ввода/вывода сигналов, синхронизации и обработки сигналов с помощью программного интерфейса драйвера NI-DAQmx. Данный курс будет относиться к области промышленной автоматизации и создания систем Промышленного Интернета вещей. Будут затронуты вопросы о возможностях DSC модуля и преимущества использования данного модуля над современными SCADA. Рассматриваются вопросы разработки мини-SCADA системы, состоящей из клиентской и серверной частей.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах: введение в технологии Интернета вещей и киберфизических систем, основы работы в NI LabView.

Основные положения дисциплины могут быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин: научно-исследовательский семинар и выполнение выпускной квалификационной работы.

Литература

- Схиртладзе А.Г. Автоматизация технологических процессов и производств [Электронный ресурс]: учебник/ Схиртладзе А.Г., Федотов А.В., Хомченко В.Г.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2015.— 459 с.
- Handbook of SCADA/Control Systems Security by Robert Radvanovsky, Jacob Brodsky, 2013
- Проектирование автоматизированных систем производства: Учебное пособие / В.Л. Конюх. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 312 с.
- Фомичев, А. Н. Исследование систем управления [Электронный ресурс] : Учебник для бакалавров / А. Н. Фомичев. - М.: Дашков и К, 2013. - 348 с.

6. Программно-аппаратные платформы Интернета вещей и встраиваемые системы

Курс рассматривает принципы проектирования и разработки программно-аппаратных платформ и устройств Интернета вещей. Будут рассмотрены ключевые вопросы разработки аппаратных платформ и устройств в соответствии с концепцией Интернета вещей, сетевое и межмашинное взаимодействие разработанных аппаратных платформ. В рамках курса обсуждаются и рассматриваются практические вопросы подключения датчиков и сенсоров к аппаратным платформам и вопросы их конфигурирования. Отдельно рассматривается процесс программирования микроконтроллеров аппаратных устройств Интернета вещей и вопросы разработки ПО для обеспечения управления, сбора данных и конфигурации программно-аппаратных платформ и устройств Интернета вещей. Обучающиеся получают теоретические и практические знания в области проектирования и разработки программно-аппаратных платформ и устройств Интернета вещей.

В данном курсе будут рассматриваться встраиваемые системы различных типов и конфигураций. Представляется обзор технологий радиочастотной идентификации RFID и коммуникации ближнего поля (NFC), выделяются перспективы применения в устройствах Интернета вещей и киберфизических систем. Обучающиеся знакомятся с аппаратными особенностями встраиваемых платформ, операционными системами, программными средствами, используемыми для разработки и отладки программного обеспечения встраиваемых систем. В рамках курса обучающиеся приобретают практические навыки для построения программных компонентов встраиваемых систем и практические навыки отладки программного обеспечения встраиваемых систем.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах: введение в технологии Интернета вещей и киберфизических систем, датчики и сенсорные системы.

Основные положения дисциплины могут быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин: программно-определяемые радиосистемы SDR и сети SDN, разработка мобильных приложений, научно-исследовательский семинар и выполнение выпускной квалификационной работы.

Литература

- А.В. Калачев. Аппаратные и программные решения для беспроводных сенсорных сетей. Учебный курс. 2014 http://www.intuit.ru/goods_store/ebooks/9711
- The Internet of Things in the Cloud: A Middleware Perspective/ Honbo Zhou, 2012
- Building the Web of Things With examples in Node.js and Raspberry Pi - Dominique D. Guinard and Vlad M. Trifa, June 2016 ISBN 9781617292682, 344 pages
- Building Internet of Things with the Arduino by Charalampos Doukas, 2012
- Environmental Monitoring with Arduino: Building Simple Devices to Collect Data About the World Around Us by Emily Gertz, Patrick Di Justo, 2012
- Wiring the IoT, Connecting Hardware with Raspberry Pi, Node-Red, and MQTT by Dr. Lucy Rogers, Dr. Andy Stanford-Clark, 2017
- Learning IBM Bluemix by Sreelatha Sankaranarayanan, 2016
- Getting Started with Intel Edison: Sensors, Actuators, Bluetooth, and Wi-Fi on the Tiny Atom-Powered Linux Module by Stephanie Moyerman, 2015
- Embedded Systems: Real-Time Interfacing to Arm Cortex-M Microcontrollers 2nd ed. Edition by Jonathan W. Valvano, 2016
- The Internet of Things: From RFID to the Next-Generation Pervasive Networked Systems (Wireless Networks and Mobile Communications) 1st Edition by Lu Yan, Yan Zhang , Laurence T. Yang, Huansheng Ning, 2008
- Embedded Sensor Systems 1st ed. by Dharma Prakash Agrawal, 2017
- RFID and the Internet of Things (Iste) 1st Edition by Harvé Chabanne, Pascal Urien, Jean-Ferdinand Susini, 2011
- Beginning NFC: Near Field Communication with Arduino, Android, and PhoneGap 1st Edition by Tom Igoe , Don Coleman, Brian Jepson , 2014

7. Инфокоммуникационные системы и сети

В рамках курса изучаются теоретические основы технологии беспроводных сенсорных сетей, программно-аппаратные платформы, для проектирования сенсорных сетей, основы программирования приложений сенсорных сетей. Программа курса предусматривает разработку собственных приложений для беспроводных сенсорных сетей на отладочных комплектах различных стандартов. Курс сочетает в себе формальные лекции, которые будут сосредоточены на алгоритмах и протоколах беспроводных сенсорных сетей, беспроводных датчиков и исполнительных механизмов сетей. Лекции будут охватывать ключевые вопросы разработки беспроводных сетей датчиков и актуаторов, протоколов, моделей и алгоритмов для беспроводных сетей датчиков и актуаторов, протоколов маршрутизации и более продвинутых исследовательских задач, таких как контроль топологии и мобильности. На практических занятиях будут рассмотрены вопросы проектирования и построения беспроводных сенсорных сетей датчиков для различных приложений.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах: введение в технологии Интернета вещей и киберфизических систем.

Основные положения дисциплины могут быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин: программно-определяемые радиосистемы SDR и сети SDN, научно-исследовательский семинар и выполнение выпускной квалификационной работы.

Литература

- А.Садков. Беспроводные сенсорные сети. Учебный курс. Лаборатория Физических Основ и Технологий Беспроводной Связи. 2007г. <http://www.sumkino.com/wsn/course/>
- The Internet of Things: Key Applications and Protocols, 2nd Edition, Olivier Hersent, David Boswarthick, Omar Elloumi, 2012
- Hu Fei. Wireless sensor networks : principles and practice / Fei Hu, Xiaojun Cao. - Boca Raton, FL [etc.] : CRC press, cop. 2010. - xxvii, 503 с. : ил.
- LoRaWan [URL: <http://www.postscapes.com/long-range-wireless-iot-protocol-lora/>].
- McCabe, J. D. Network Analysis, Architecture and Design / J. D. McCabe // Morgan Kaufmann 3rd Ed. – 2007. – Elsevier B. V., 2007 - . – Режим доступа : <http://www.sciencedirect.com> – Загл. с экрана.
- Zhang, F. Effective Algorithms And Protocols For Wireless Networking : A Dissertation for the degree of Doctor Of Philosophy / Fenghui Zhang ; Texas A&M University. – Texas, 2008 - . – Режим доступа : <http://txspace.tamu.edu> – Загл. с экрана.
- Building Wireless Sensor Networks: with ZigBee, XBee, Arduino, and Processing by Robert Faludi, 2011
- Low-Rate Wireless Personal Area Networks: Enabling Wireless Sensors with IEEE 802.15.4 (IEEE Standards Wireless Networks) by Jose A Gutierrez, Ludwig Winkel, Edgar H JR. Callaway, 2011

8. Программно-определяемые радиосистемы SDR и сети SDN

Курс посвящен знакомству с идеями программно-определяемых радиосистем (Software Defined Radio) и платформой National Instruments для быстрой разработки программно-аппаратных платформ Интернета вещей и радиосистем. Данный курс формирует компетенции в области разработки и применения систем радиосвязи, мониторинга эфира, радиолокации и радиоэлектронной борьбы. В ходе курса обучающиеся познакомятся с возможностями программно-определяемых радиосистем для решения широкого круга задач, особенностями быстрой разработки систем с помощью интегрированного использования программных и аппаратных продуктов, таких как LabVIEW, LabVIEW FPGA, NI USRP RIO, NI FlexRIO. Практические занятия заключаются разработке собственных программно-определяемых радиосистем в рамках концепции Интернета вещей на основе реконфигурируемой системы с ПЛИС NI USRP RIO.

Курс предназначен для подготовки сетевых администраторов и системных инженеров, а также системных администраторов, которым необходимы знания и навыки для поддержки и развертывания программно-определяемых сетей (SDN) в виртуальной сетевой среде. В рамках данного курса рассматриваются основные понятия, лежащие в основе программного обеспечения сетей; настройка и администрирование сети, определенной программным обеспечением; ключевые инструменты и утилиты, необходимые для управления SDN в виртуальной сети и области их применения.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах: введение в технологии Интернета вещей и киберфизических систем, основы работы в NI LabView, инфокоммуникационные системы и сети.

Основные положения дисциплины могут быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин: программно-определяемые радиосистемы SDR и сети SDN, научно-исследовательский семинар и выполнение выпускной квалификационной работы.

Литература

- Implementing Software Defined Radio by Eugene Grayver, 2013
- The Hobbyist's Guide to the RTL-SDR: Really Cheap Software Defined Radio by Mr. Carl Laufer, 2015
- Software Defined Radio using MATLAB & Simulink and the RTL-SDR by Robert W Stewart, Kenneth W Barlee, Dale S W Atkinson, Louise H Crockett, 2015
- RTL-SDR for Everyone: Guide including Raspberry Pi 2 by Akos Czermann, 2016
- Software Defined Radio: for Amateur Radio Operators and Short Wave Listeners by Andrew Barron, 2016

9. Распределенные системы и вычисления

Курс охватывает основные принципы построения современных распределенных систем в контексте Интернета вещей. Акцент будет сделан на двух центральных компонентах архитектуры IoT: облачной инфраструктуры и беспроводных сетях. В рамках курса рассматриваются основные проблемы в этих и общие подходы к их решению. Рассматриваемые темы будут включать в себя абстрактные модели (такие как синхронные и асинхронные распределенные вычислительные модели, модели для беспроводных сетей), алгоритмические методы (например, распределенная координация, отказоустойчивое проектирование распределенных алгоритмов, синхронизация) и практические исследования. Студенты также будут иметь возможность применить изученный материал для реализации различных компонентов распределенной системы при выполнении лабораторных работ и практических занятий.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах: введение в технологии Интернета вещей и киберфизических систем.

Основные положения дисциплины могут быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин: научно-исследовательский семинар и выполнение выпускной квалификационной работы.

Литература

- Поддержка разработки распределенных приложений в Microsoft .NET Framework [Электронный ресурс] : учебный курс. - Электрон. дан. (502 Мб; 371 Мб) // Основы информационных технологий : учеб. курсы Интернет-Университета информ. техно-логий / Интернет-Университет информационных технологий. - М.: ИНТУИТ.ру, 2007. - Ч. 2.
- Distributed Systems: Principles and Paradigms (2nd Edition) by Andrew S. Tanenbaum and Maarten Van Steen, 2016
- Миков А.И., Замятина Е.Б. Распределенные системы и алгоритмы. [Электронный ре-сурс] : учебный курс) // Основы информационных технологий : учеб. курсы Интернет-Университета информ. технологий / Интернет-Университет информационных технологий. - М.: ИНТУИТ.ру, 2008. - Ч.1.
- Gerard Tel. Introduction to Distributed Algorithms. Cambridge University Press, 1994, 534 p.
- Distributed and Cloud Computing: From Parallel Processing to the Internet of Things 1st Edition by Kai Hwang , Jack Dongarra, Geoffrey C. Fox, 2012

10. Анализ и визуализация данных

В ходе изучения курса студенты изучат основные методы, приемы и структуры данных, которые используются при создании эффективных алгоритмов и структур данных. В частности, будут изучены основные алгоритмы сортировки и поиска информации; фундаментальные идеи, лежащие в основе данных методов, а также способы их применения на практике; методы оценки сложности алгоритмов. В рамках курса будет рассмотрена специфика данных, получаемых от устройств Интернета вещей и методы их анализа. В ходе обучения обучающиеся получают все необходимые знания и навыки по современным методам и технологиям анализа данных, начиная с основ системного анализа данных, построения зависимостей, классификации и прогнозирования, а также учатся применять полученные знания на практике.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах: введение в технологии Интернета вещей и киберфизических систем.

Основные положения дисциплины могут быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин: машинное обучение, научно-исследовательский семинар и выполнение выпускной квалификационной работы.

Литература

- Data Analytics for Beginners: Basic Guide to Master Data Analytics by Paul Kinley, 2016
- Data Science for Business: What You Need to Know about Data Mining and Data-Analytic Thinking 1st Edition by Foster Provost, Tom Fawcett, 2013
- Storytelling with Data: A Data Visualization Guide for Business Professionals by Cole Nussbaumer Knaflic, 2015
- IoT and Data Science by Mr Ajit Vijaykumar Jaokar, 2015
- Smarter Decisions - The Intersection of Internet of Things and Decision Science by Jojo Moolayil, 2016
- Internet of Things and Data Analytics Handbook 1st Edition by Hwaiyu Geng, 2017
- Data Strategy: How to Profit from a World of Big Data, Analytics and the Internet of Things by Bernard Marr, 2017
- Internet of Things and Big Data Analysis: Recent Trends and Challenges by Ali Al-Sabbagh, Ruaa Alsabab, 2016
- Thingalytics - Smart Big Data Analytics for the Internet of Things by Dr. John Bates, Robert Weiss, Luke Johnson, 2015
- Internet of Things and Big Data Technologies for Next Generation Healthcare (Studies in Big Data) 1st ed. by Chintan Bhatt, Nilanjan Dey, Amira S. Ashour, 2017

11. Методы и системы обработки больших данных

Курс посвящен методам построения систем обработки больших данных и существующим инструментам в этой области. Целью данного курса является ознакомление слушателей с существующими методами и системами обработки больших данных, их областями применимости, преимуществами и недостатками. Все темы курса снабжены практическими заданиями, призванными продемонстрировать применение изложенных методов к решению практических задач. В рамках данного курса у слушателей должно быть сформировано понимание внутреннего устройства, механики работы, области

применимости существующих решений и практические компетенции в области анализа больших массивов информации.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах: введение в технологии Интернета вещей и киберфизических систем.

Основные положения дисциплины могут быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин: машинное обучение, научно-исследовательский семинар и выполнение выпускной квалификационной работы.

Литература

- Big Data and The Internet of Things by Robert Stackowiak, Art Licht, Venu Mantha, Louis Nagode, 2015
- IoT and Data Science by Mr Ajit Vijaykumar Jaokar, 2015
- Smarter Decisions - The Intersection of Internet of Things and Decision Science by Jojo Moolayil, 2016
- Internet of Things and Data Analytics Handbook 1st Edition by Hwaiyu Geng, 2017
- Data Strategy: How to Profit from a World of Big Data, Analytics and the Internet of Things by Bernard Marr, 2017
- Internet of Things and Big Data Analysis: Recent Trends and Challenges by Ali Al-Sabbagh, Ruaa Alsabab, 2016
- Thingalytics - Smart Big Data Analytics for the Internet of Things by Dr. John Bates, Robert Weiss, Luke Johnson, 2015
- Internet of Things and Big Data Technologies for Next Generation Healthcare (Studies in Big Data) 1st ed. by Chintan Bhatt, Nilanjan Dey, Amira S. Ashour, 2017

12. Машинное обучение

Теория обучения машин (machine learning, машинное обучение) находится на стыке прикладной статистики, численных методов оптимизации, дискретного анализа, и за последние 50 лет оформилась в самостоятельную математическую дисциплину. Методы машинного обучения составляют основу ещё более молодой дисциплины — интеллектуального анализа данных (data mining). В курсе рассматриваются основные задачи обучения по прецедентам: классификация, кластеризация, регрессия, понижение размерности. Изучаются методы их решения, как классические, так и новые, созданные за последние 10–15 лет. Упор делается на глубокое понимание математических основ, взаимосвязей, достоинств и ограничений рассматриваемых методов.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах: введение в технологии Интернета вещей и киберфизических систем, анализ данных и визуализация, методы и системы обработки больших данных.

Основные положения дисциплины могут быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин: научно-исследовательский семинар и выполнение выпускной квалификационной работы.

Литература

- Machine Learning: The New AI (The MIT Press Essential Knowledge series) - Ethem Alpaydin, 2016

- Cognitive (Internet of) Things: Collaboration to Optimize Action 1st ed. By Arvind Sathi, 2016
- IoT and Data Science by Mr Ajit Vijaykumar Jaokar, 2015
- Smarter Decisions - The Intersection of Internet of Things and Decision Science by Jojo Moolayil, 2016
- Internet of Things and Data Analytics Handbook 1st Edition by Hwaiyu Geng, 2017
- Data Strategy: How to Profit from a World of Big Data, Analytics and the Internet of Things by Bernard Marr, 2017
- Internet of Things and Big Data Analysis: Recent Trends and Challenges by Ali Al-Sabbagh, Ruaa Alsabab, 2016
- Thingalytics - Smart Big Data Analytics for the Internet of Things by Dr. John Bates, Robert Weiss, Luke Johnson, 2015
- Internet of Things and Big Data Technologies for Next Generation Healthcare (Studies in Big Data) 1st ed. by Chintan Bhatt, Nilanjan Dey, Amira S. Ashour, 2017

13. Разработка интернет-приложений, сервисов и систем визуализации

Целью дисциплины является научить студентов технологиям разработки интернет-приложений, сервисов и систем визуализации в рамках концепции Интернета вещей и киберфизических систем. В рамках курса рассматриваются вопросы разработки современных интернет-приложений, сервисов и систем визуализации с использованием JavaScript, Python, ASP.NET, динамических интернет-приложений, сервисов и систем визуализации с использованием протоколов для Интернета вещей (MQTT и др.), а также вопросы разработки интернет-приложений, сервисов и систем визуализации данных на облачных платформах IBM Bluemix, ThingWorx и др.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах: введение в технологии Интернета вещей и киберфизических систем.

Основные положения дисциплины могут быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин: научно-исследовательский семинар и выполнение выпускной квалификационной работы.

Литература

- Embedded Software Development for the Internet Of Things: The Basics, the Technologies and Best Practices by Klaus Elk, 2016
- Node.js for Embedded Systems: Using Web Technologies to Build Connected Devices 1st Edition by Patrick Mulder, Kelsey Breseman, 2017
- Programming for the Internet of Things: Using Windows 10 IoT Core and Azure IoT Suite (Developer Reference) 1st Edition by Dawid Borycki, 2016
- Storytelling with Data: A Data Visualization Guide for Business Professionals by Cole Nussbaumer Knaflic, 2015

14. Разработка мобильных приложений

Цель курса - познакомить студентов с особенностями разработки мобильных приложений. Курс направлен на детальное изучение паттернов проектирования приложений, архитектурных особенностях мобильных платформ, деталях взаимодействия с

пользователем мобильного устройства, возможностях современных мобильных устройств. Детально рассматриваются вопросы разработки систем виртуальной и дополненной реальности на базе мобильных устройств с целью их применения в области Интернета вещей и киберфизических систем. Отдельное внимание уделяется проектированию приложений в условиях ограниченных ресурсов (энергия, память, вычислительная мощность) мобильных устройств.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах: введение в технологии Интернета вещей и киберфизических систем, программно-аппаратные платформы Интернета вещей и встраиваемые системы.

Основные положения дисциплины могут быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин: научно-исследовательский семинар и выполнение выпускной квалификационной работы.

Литература

- Sams Teach Yourself Android Application Development in 24 Hours (2nd Edition) (Android за 24 часа. Программирование приложений под операционную систему Google) // Lauren Darcey, Shane Conder (Переводчик Михаил Райтман) // Издательство: Sams teach yourself, 2012 г. (Рид Групп) // ISBN 978-0672335693
- Google Android. Программирование для мобильных устройств // Алексей Голощапов // Издательство: БХВ-Петербург, 2012 г. // ISBN 978-5-9775-0729-5
- Програмируем для iPhone и iPad // Д. Пайлон, Т. Пайлон // Издательство: Питер, 2012 г. // ISBN: 978-5-459-00375-8
- Разработка и продажа программ для iPhone и iPad // Дмитрий Елисеев // Издательство: БХВ-Петербург, 2012 г. // ISBN 978-5-9775-0687-8
- Google Android. Системные компоненты и сетевые коммуникации // Алексей Голощапов // Издательство: БХВ-Петербург, 2012 г. // ISBN 978-5-9775-0666-3
- Android 4 Application Development // Reto Meier // John Wiley&Sons Inc., 2012 // ISBN 978-1-118-10227-5

15. Датчики и сенсорные системы

Основной целью дисциплины «Датчики и сенсорные системы» является изучение и практическое применение систематических и методологических подходов, направленных на понимание проблем преобразования сигналов различной физической природы в электрический эквивалент. В рамках дисциплины рассматриваются датчики и сенсорные системы; физические принципы, используемые в сенсорах; различные типы датчиков, их технические характеристики и особенности; необходимое аппаратное и программное обеспечение для интеграции датчиков в киберфизические системы, обработки сигналов и анализа данных; практическое применение датчиков и сенсорных систем. Кроме того, обсуждаются технологии производства сенсорных систем для микроэлектромеханических (MEMS) и нанозлектромеханических (NEMS) систем.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах: введение в технологии Интернета вещей и киберфизических систем.

Основные положения дисциплины могут быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин: программно-аппаратные платформы Интернета вещей и

встраиваемые системы, научно-исследовательский семинар и выполнение выпускной квалификационной работы.

Литература

- Датчики: Справочное пособие / Под общ. Ред. В.М. Шарапова, Е.С. Полищука. – М.: Техносфера, 2012. – 624 с.
- Clarence W. de Silva Sensor Systems: Fundamentals and Applications, 2017. ISBN: 1498716245
- Fraden, J. Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications. 5th ed. Springer, 2016. ISBN: 978-3319193021
- Tero Karvinen, Kimmo Karvinen, Ville Valtokari Make: Sensors: A Hands-On Primer for Monitoring the Real World with Arduino and Raspberry Pi 1st Edition, 2014
- Химические и биологические сенсоры: основы и применения Ф.-Г. Баника – М.: Техносфера, 2014. – 880 с.
- Интеллектуальные сенсорные системы. Под ред. Дж. К.М. Мейджера. – М.: Техносфера, 2011. - 464 с.
- Фрайден Дж. Современные датчики. Справочник. – М.: Техносфера, 2005. - 592 с.
- Аш Ж. и др. Датчики измерительных систем. /В двух книгах. Пер. с фр. – М.: Мир, 1992. – 480 с., ил; 421 с., ил.
- Пул Ч. – мл., Оуэнс Ф. Нанотехнологии. Издание 5-е, исправленное и дополненное. Москва: Техносфера, 2010. – 336с. ISBN: 978-5-94836-239-7
- Yen Kheng Tan Energy Harvesting Autonomous Sensor Systems: Design, Analysis, and Practical Implementation, 2013 ISBN: 1138074098

16. Проектирование киберфизических систем на кристалле

Целями освоения дисциплины «Проектирование киберфизических систем на кристалле» являются приобретение теоретических и практических навыков по разработке, проектированию и программированию киберфизических систем (встраиваемые системы, мобильные системы, систем управления и контроля, видео-/аудио-систем и пр.); обучение цифровому синтезу с использованием таких САПР, как Altera Quartus II и ModelSim; изучение языка программирования (проектирования цифровых систем) Verilog.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах: введение в технологии Интернета вещей и киберфизических систем.

Литература

- Simon Monk Programming FPGAs: Getting Started with Verilog (Electronics), 2016
- Ronald Sass, Andrew G. Schmidt Embedded Systems Design with Platform FPGAs: Principles and Practices, 2010
- Поляков, А.К. Языки VHDL и VERILOG в проектировании цифровой аппаратуры / А.К. Поляков. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 320 с.
- Palnitkar, S. Verilog HDL: A Guide to Digital Design and Synthesis, Second Edition / S. Palnitkar. – Prentice Hall PTR, 2003. – 496 p.
- Pong P. Chu FPGA Prototyping by VHDL Examples: Xilinx Spartan-3 Version, 2008

17. Технологии цифрового производство

Целями освоения дисциплины «Технологии цифрового производства» являются приобретение теоретических и практических навыков работы с современными инструментами разработки, отладки и изготовления новых продуктов: компьютерное проектирование и симуляции; аддитивные технологии, прототипирование и досерийное производство (3D печать, лазерная резка, механическая обработка); навыки выбора материала и способов его обработки; использование САПР для создания твердотельных трехмерных САПР-объектов с открытыми исходными кодами; понимание жизненного цикла продукта и технологического процесса. Рассматривается алгоритмическое проектирование в виде создания параметрических и генеративных моделей, описывающих языком математики логику создания физических объектов и форм.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах: введение в технологии Интернета вещей и киберфизических систем.

Литература

- Гибсон Я., Розен Д., Стакер Б. Технологии аддитивного производства. Трехмерная печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство, 2016
- Richard Horne, Kalani Kirk Hausman 3D Printing For Dummies (For Dummies (Computers)) 2nd Edition, 2017
- Liza Wallach Kloski, Nick Kloski Getting Started with 3D Printing: A Hands-on Guide to the Hardware, Software, and Services Behind the New Manufacturing Revolution, 2016
- Sean Aranda, David Feeney 3D Printing Failures: How to Diagnose and Repair All 3D Printing Issues, 2017
- Al Williams OpenSCAD for 3D Printing 1st Edition, 2014