

“Computer-based Measurement Technologies” Course Syllabus

Approved by
Programme’s Academic Council
Record №_ from __ ____ 2019

Course Author	Maria Krasivskaya, Senior Lecturer, School of Electronic Engineering, MIEM HSE
ECTS credits	5
Contact hours	68
Self-study hours	122
Year, Programme	1 st year, Master’s Programme "Electronic Engineering"
Course format	Without online course

1. Course Aim, Results and Prerequisites

The course aims at forming and developing knowledge and practical skills for design and application of modern computer-based measurement technologies for solving various engineering tasks. As a result, students gain competencies:

- ability to present a modern scientific world-picture, identify the natural science essence of problems, determine ways to solve them and evaluate the effectiveness of the choice made;
- ability to develop and apply specialized mathematical software to solve engineering problems;
- ability to use the physics and mathematics to develop methods and conduct theoretical and experimental studies of electronic products, interpret and present their results;
- ability to organize and conduct experimental research based on information-measuring systems using modern means and methods;
- ability to develop mathematical models, and research processes and products of electronic equipment, develop and apply specialized mathematical software for research and solving engineering problems.

Course Positioning in the Curriculum

The course “Computer-based Measurement Technologies” is based on “Metrology” and “Informatics” courses.

The knowledge and skills gained through mastering the course can be used for the work on an interdisciplinary term paper and a thesis.

2. Course Contents

Course Topic	Hours	Expectable Training Results (ETR) to be assessed	Assessment Forms
	lec		
	ws		
	ss		
Topic 1. Introduction to	2	Knowledge: basic interpretations of the terms “measurement”, “measurement	Mini-test
	-		

Computer-based Measurement Technologies	8	technologies”, “virtual measuring instrument”; main trends of modern measurement technologies; computer-based measurement technologies (CMT) background, purpose and advantages. Skills: identification of the professional engineering problems of measuring kind, which to be solved by CMT; analysis and generalization of CMT trends and solutions.	Report Exam
Topic 2. CMT Hardware	2	Knowledge: basic features of measuring systems; measuring system components; main requirements for measuring system modules; various aspects of compatibility in measuring systems; differences in measuring system design approaches; standard interfaces of measuring systems. Skills: the reasoned selection of approaches, hardware and interfaces for organizing and performing of experimental research; qualified CMT hardware implementing for research purposes; structure design and well-founded selection of measuring system components for applied task solving.	Mini-test Report Project Exam
	-		
	10		
Topic 3. CMT Software	4	Knowledge: general tasks solved by CMT software; CMT software requirements and choice criteria; CMT software market leaders and their key products; general classes of CMT software; main CMT application software development tools; NI LabVIEW development environment. Skills: the reasoned selection of CMT software components necessary for experimental research; the reasoned selection of comprehensive solutions of engineering problems using modern CMT software tools; qualified interpretation applied software algorithm descriptions; application software-realized measurement information processing methods for experimental research; CMT application for processes and equipment simulation.	Mini-test Practice Assessment Report Project Exam
	16		
	20		
Topic 4. Stand-alone	4	Knowledge: main interfaces for stand-alone instruments systems; features,	Mini-test Practice
	8		

instruments interfaces	20	advantages, disadvantages and application fields of various interfaces; measuring system operating procedures. Skills: the reasoned selection of appropriate interface for building stand-alone instrument measuring system; instrument interface connection testing; implementing of software tools for working with instruments within a measuring system; software development for remote controlling of measuring instruments through standard interfaces.	Assessment Project Exam
Topic 5. Interfaces for Modular Systems	6	Knowledge: main interfaces for modular instrument systems; design and main components of modular measuring systems; features, advantages, disadvantages and application fields of various modular platforms. Skills: the reasoned selection of appropriate software-hardware modular platform for building measuring system; structure design and modeling of modular measuring system.	Mini-test Practice Assessment Project Exam
	- 20		
Topic 6. CMT Network Technologies	2	Knowledge: main CMT development challenges and possible ways of their solution; purpose and features of the LXI interface; system architecture, possible form factors of LXI equipment; advantages and applications of LXI; various ways to organize remote network access to measuring systems or devices. Skills: organizing remote network access to measuring instruments, system or its components; testing of LXI-connected measuring system; using and development software tools to work with measuring instruments connected through LAN.	Mini-test Practice Assessment Project Exam
	4		
	16		
Topic 7. Data Acquisition Technologies	2	Knowledge: general structure, components and features of data acquisition (DAQ) systems; main elements and parameters of analog input, analog output, digital input / output, timing input / output channels; basic ways to synchronize DAQ tasks; structure and main components of DAQ software. Skills: the reasoned selection of DAQ system components for applied tasks solution; the reasoned and correct selection of input / output channels parameters; selection and implementing of appropriate software tools to create measuring channels; development DAQ software applications to solve various measurement tasks.	Mini-test Practice Assessment Project Exam
	16		
	20		
Topic 8. CMT Leading	2	Knowledge: market leaders of test and measurement (T&M) industry; main fields	Report

Vendors	-	and key CMT products of leading vendors. Skills: forming an actual state-of-art picture of the T&M industry; recognizing prospective and effective ways and products for solving professional tasks using modern measuring technologies; analyzing and generalizing information on the T&M industry, its key companies, products and trends.	Exam
	8		
Hours by Training Forms:	24		
	44		
	122		
Total hours:	190		

Training forms:

- lec – classroom lectures;
- ws – workshops;
- ss – self-study.

Course Topics Contents

Topic 1. Introduction to Computer-based Measurement Technologies.

Measurement – the term interpretations. Measurement technologies definition. Main trends of modern measurement technologies. Computer-based measurement technologies (CMT) background. CMT purpose and advantages. CMT application fields. CMT basis. Virtual measuring instruments. Virtual instrumentation technology.

Topic 2. CMT Hardware. Measuring system and its components. Measuring channel. Requirements for measuring system modules. Compatibility in measuring systems. Measuring system design approaches. Stand-alone instrument measuring systems, modular systems and hybrid systems. Standard interfaces of measuring systems: classification and overlook.

Topic 3. CMT Software. CMT software tasks. Software for measuring systems: requirements. CMT software choice criteria. CMT software market leaders and their products. Test management software. Software development environments and tools. Universal development tools. Specialized CMT development tools. NI LabVIEW technologies. Base CMT software. Instrument drivers. Virtual Instrument Software Architecture (VISA).

Topic 4. Stand-alone instruments interfaces. IEEE-488 (GPIB) interface. Main features and characteristics. System configuration. Bus structure. Measuring system operating procedures. RS-XXX serial interfaces. RS-232, RS-422, RS-423, RS-485 interfaces: Characteristics, features, advantages and disadvantages. The interfaces comparison.

Topic 5. Interfaces for Modular Systems. VME and VXI interfaces. Purpose, main characteristics and constructive features. Main components of VXI general system framework. VXI Standards. CompactPCI, PXI and PXIe interfaces. Purpose, hardware, features, benefits, development, applications. ATCA and AXIe interfaces. Hardware, features, interfaces, benefits, development, applications.

Topic 6. CMT Network Technologies. CMT development challenges and possible ways of their solution. LXI interface. Purpose and features. System architecture. LXI equipment form factors. Instruments design, connections, functions, characteristics, benefits and applications.

Topic 7. Data Acquisition Technologies. DAQ-based measuring systems. General structure, hardware components and features of data acquisition (DAQ) systems. DAQ devices. Form factor, components, interfaces, functions. DAQmx software. Channels, tasks, software instruments. Error sources.

Topic 8. CMT Leading Vendors. Test & Measurement industry (T&M) market leaders. Main fields of work and key CMT products of leading vendors. Technological trends of the T&M industry.

3. Assessment

Assessment components

Assessment Component	1 st year, module		Parameters
	3	4	
Mini-test	*	*	Small (not more than 5 tasks, 10-15 minutes) tests on previous classes contents.
Practice Assessment	*	*	At the end of each practical lesson.
Report	*		Written review, about 10-15 pages. Deadline: last week of the 3rd module.
Project	*	*	The assignment can be prepared in small groups (up to 4 participants) or individually. Deadlines: Stage 1 (interim results): last week of the third module; Stage 2 (final results): last week of May.
Exam		*	Format: oral exam. Number of questions in a question paper: 2, additional questions: not more than 3. Time for preparation: 40 minutes.

The course includes the following assessment components:

- regular **mini-tests** with theoretical and practical questions based on materials from previous lectures and practical classes;
- an assessment based on monitoring the students' work during **practical lessons**;
- **report** – a written paper in a form of a review of foreign and Russian sources on topical issues of computer-based measurement technologies; several sources are recommended by the lecturer, some are selected by students; the work is to be prepared in self-study hours;
- an applied **project** related to the development of a prototype, model or simulation of measuring system or instrument, or software component of measuring system;

the project is to be prepared in self-study hours; consultations and hours for working in the laboratory are provided if necessary; interim and final results are assessed.

- **the exam** is held at the end of the 4th module.

The course does not include any blocking elements of assessment.

Evaluation Criteria

The grade for a **mini-test** is calculated proportionally to the number of correct answers and correctly completed tasks. Mini-tests are evaluated using a 10-point scale. Mini-tests missed for a valid reason can be written during consultation hours.

During **practical lessons**, the main evaluated parameters are the completeness of the tasks, as well as efficiency and quality of the results. Work in practical lessons is evaluated using a 10-point scale. Tasks of the practical lessons missed for a valid reason can be done during consultation hours.

The evaluation of a **report** takes into account the quality of the review, the relevance of the sources used, the presence of independent analysis and generalization, the presence, relevance and originality of the conclusions. The report is evaluated using a 10-point scale.

A **project** is evaluated on the following parameters: relevance of the chosen approach to the task; originality of the idea and solution; the prototype workability; correctness of the developed algorithms; quality of the GUI; readability of the program code, the quality of the documentation and presentation. The project is evaluated using a 10-point scale. For works completed at least one week before the deadline, one extra point is added to a grade.

The **examination** is held in an oral form. The exam is held during the session of the fourth module. The question papers include theoretical and applied questions based on the materials of the module. There are 2 questions in the paper. For answer preparation 40 minutes are given. It is possible to give a response earlier. During preparation for the answer, it is allowed to use the necessary reference materials and sources, including electronic. During the response to the lecturer, any supplemental materials are not allowed, with the exception of summary illustrations, schemas, diagrams, etc.

The examination grade depends on correctness and completeness of answers given for main and additional questions. The examination is graded using a 10-point scale.

Rules for calculating the course grades

The grade for the interim assessment is calculated using the formula:

$$G = 0,2 * G_{mt} + 0,25 * G_{ws} + 0,1 * G_{rep} + 0,2 * G_{pr} + 0,25 * G_{ex},$$

where G_{mt} – the total score for all mini-tests, defined as the arithmetic mean of grades for individual mini-tests; G_{ws} – total grade for all practical lessons, defined as the arithmetic mean of grades for individual practical lessons; G_{rep} – grade for the report; G_{pr} – grade for the project; G_{ex} – grade for the exam.

The grade calculated using the formula is rounded to the nearest integer. If the digit of tenths is 5, and the subsequent signs are equal to zero, the result is rounded upward (for example, 7,500 is rounded to 8).

Information about the grades for individual assessment elements is published in an online spreadsheet. The link to the spreadsheet is provided via LMS and student corporate email (@ edu.hse.ru). Students are informed about the grade for the interim assessment during the session.

For students studying using their individual curricula, in particular, studying the discipline not from the beginning, the general structure of the assessment is preserved, however, individual assessment elements can be replaced with special tasks and / or assessment forms. Specific tasks and assessment forms are determined for the student individually by the lecturer.

4. Assessment Tools

The **project** is carried out on an individual assignment and related to the development of a prototype, model or simulation of measuring system or instrument, or software component of measuring system. It is preferred to develop software components using NI LabVIEW, however, students can use other development tools. The topic of the project is chosen by the student or a small group of students (up to 4 people) together with the teacher, and based on the professional or educational interests of students.

When working on the project, students should demonstrate the ability to determine the structure of the chosen object, the competent selection of its components; qualified use of modern development tools and software tools to solve an applied problem, the ability to create a workable solution; as well as the ability to work in a team, to document and visualize the project results.

Selected topics and group line-ups are recorded via Google Spreadsheet. A general assignment text with a link to the spreadsheet is published in the course materials in the LMS and sent by student mail (@ edu.hse.ru).

The work is carried out in 2 stages. Deliverables requirements are specified in the individual assignments. The deliverables are to be submitted electronically via special projects of the course in the LMS.

The project results are presented in the form of a presentation at the last practical lesson of the course.

Project Topics Examples

- Development of a Software Model for an Automated Physiological Monitoring System
- Development of a Virtual Model of a Measuring Instrument
- Development of a Software Simulator of Communication Protocols
- Development of Software Component for an Automated Environmental Monitoring System

It is welcomed to work on initiative topics or on the project embedded in a larger project work. Topics for each student or group are approved by the lecturer individually.

Exam Questions (Generic List)

1. Measurement technologies. Definition and main trends of modern measurement technologies.
2. Measurement technologies. Computer-based measurement technologies. background, advantages and applications of CMT.
3. Computer-based measurement technologies. Virtual measuring instruments. CMT basics. Virtual instrumentation technology.
4. CMT hardware basis. Measuring system and its components. Measuring channel.
5. CMT hardware basis. Requirements for measuring system modules. Compatibility in measuring systems. Compatibility types.

6. Measuring system design approaches. Stand-alone instrument, modular systems and hybrid systems. Examples of standard interfaces.
7. CMT software. CMT software tasks and requirements. CMT software choice criteria.
8. CMT software. CMT software market leaders and their products.
9. CMT software. Specialized CMT software development tools. NI LabVIEW technologies.
10. CMT software. Base CMT software. Instrument drivers. Virtual Instrument Software Architecture.
11. Stand-alone instruments interfaces. GPIB interface. Main features and structure. Significance for the development of CMT.
12. Stand-alone instruments interfaces. RS-232, RS-423 interfaces: characteristics, features, advantages and disadvantages, comparison.
13. Stand-alone instruments interfaces. RS-422, RS-485 interfaces: characteristics, features, advantages and disadvantages, comparison.
14. Modular instrumentation interfaces. VME and VXI interfaces. VXI: hardware, features, extensions, benefits, applications.
15. Modular instrumentation interfaces. CompactPCI, PXI and PXIe: hardware, main characteristics.
16. Modular instrumentation interfaces. PXI and PXIe: Features, development, applications. Comparison with VXI.
17. Measuring systems development challenges. LXI interface. Base specification requirements. Instruments design.
18. LXI interface. Characteristics, features, advantages and applications.
19. ATCA and AXIe interfaces. AXIe hardware, features and extensions. Integration with other platforms. Applications.
20. Data acquisition technologies. General structure of DAQ-based measuring system and its components.
21. Data acquisition technologies. Form factor, components, interfaces, functions of DAQ equipment.
22. Data acquisition technologies. Main parameters of analog channels. Error sources.
23. Data acquisition technologies. DAQmx software. NI MAX. DAQ Assistant. DAQmx channels and tasks.
24. Test & Measurement Industry market leaders. Main focus areas of leading vendors. Technological trends of the T&M industry.

5. Reading

5.1. Mandatory

No	Description
1.	Грэвис Д., Кринг Д. LabVIEW для всех. 4–издание, переработанное и дополненное. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 904 с.
2.	Блюм П. LabVIEW: стиль программирования / П. Блюм; Пер. с англ. под ред. П. Михеева. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 399 с.
3.	Yang, Y. LabVIEW Graphical Programming Cookbook. – Pack Publishing, 2014. (HSE)

Electronic Resource)

5.2. Optional

No	Description
1.	Nawrocki, W. Measurement systems and sensors / W. Nawrocki. – 2nd ed. – Boston; London: Artech House, 2016. – 420 c.
2.	Sumathi, S., Surekha, P. LabVIEW based Advanced Instrumentation Systems. – Springer, Berlin, Heidelberg, 2007. (HSE Electronic Resource)
3.	Morris, A.S. Measurement and instrumentation: theory and application / A.S. Morris, R. Langari. – 2nd ed. – Amsterdam [etc.]: Elsevier, 2016. (HSE Electronic Resource)
4.	Johnson, G. and Jennings, R. LabVIEW Graphical Programming, Fourth Edition. – McGraw-Hill, 2006
5.	Essick, J. Hands-on introduction to LabVIEW for scientists and engineers / J. Essick. – 3rd ed. – New York [etc.]: Oxford University Press, 2016. – 668 c.

5.3. Software

No	Product name	Access/Download Mode
1.	Microsoft Windows	From university internal network (agreement)
2.	National Instruments LabVIEW 2013	Is installed on laboratory workstations.
3.	NI DAQ	Is installed on laboratory workstations. Is available for free download from the equipment producer (National Instruments) website after registration.

5.4. Professional Databases, Information Systems, Internet Resources (Electronic Educational Resources)

No	Resource Name	Access/Download Mode
	Professional Databases, Information Systems	
1.	HSE University Library	URL: https://library.hse.ru/
2.	National Instruments Knowledgebase	URL: http://www.ni.com/kb/ (Open Access)
	Internet Resources (Electronic Educational Resources)	
3.	National Instruments Tutorials	URL: http://www.ni.com/tutorials/ (Open Access)

5.5. Technical Facilities

For lectures delivering presentation equipment is used. For workshops it is necessary to use PC-equipped laboratory workstations with installed NI LabVIEW environment, data acquisition equipment and measuring instruments connected via standard interfaces.

If necessary, time for using laboratory workstations with specialized software and / or equipment can be provided for students' work on the project.

6. Special Conditions for Organization of Learning Process for Students with Special Needs

The following types of comprehension of learning information (including e-learning and distance learning) can be offered to students with disabilities (by their written request) in accordance with their individual psychophysical characteristics:

6.1.1. *for persons with vision disorders*: a printed text in enlarged font; an electronic document; audios (transferring of learning materials into the audio); an individual advising with an assistance of a sign language interpreter; individual assignments and advising.

6.1.2. *for persons with hearing disorders*: a printed text; an electronic document; video materials with subtitles; an individual advising with an assistance of a sign language interpreter; individual assignments and advising.

6.1.3. *for persons with muscle-skeleton disorders*: a printed text; an electronic document; audios; individual assignments and advising.

7. Additional information

Lecture presentations, instructions, assignment texts are available in the course materials in the LMS. Also, through the relevant LMS projects, the student provides the results of the work performed. Organizational announcements are published in the LMS and sent via student corporate email (@edu.hse.ru). For some organizational arrangements Google Docs open services are also used.

Additional recommended resources list is published in the LMS.

For organizational matters or for consultation, the student can contact the course lecturer via corporate email mkrasivskaya@hse.ru.

**Программа учебной дисциплины
«Компьютерные измерительные технологии»**

Утверждена
Академическим советом ОП
Протокол №_от __ ____ 2019

Разработчик	Красивская Мария Игоревна, старший преподаватель, департамент электронной инженерии МИЭМ НИУ ВШЭ
Число кредитов	5
Контактная работа (час.)	68
Самостоятельная работа (час.)	122
Курс, Образовательная программа	Магистратура, 1 курс, магистерская программа "Инжиниринг в электронике"
Формат изучения дисциплины	Без использования онлайн курса

1. Цель, результаты освоения дисциплины и пререквизиты

Целью освоения дисциплины «Компьютерные измерительные технологии» является формирование и развитие знаний и практических навыков в области разработки и применения аппаратно-программного обеспечения, используемого для обработки различных видов информации в процессе эксплуатации измерительных систем, построенных на основе современных компьютерных технологий. В результате освоения дисциплины «Компьютерные измерительные технологии» студент приобретает следующие компетенции:

- способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора;
- способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для решения инженерных задач;
- способен применять физико-математический аппарат для разработки методик и проведения теоретических и экспериментальных исследований изделий электронной техники, интерпретировать и представлять их результаты;
- способен организовывать и проводить экспериментальные исследования на основе информационно-измерительных комплексов с применением современных средств и методов;
- способен разрабатывать математические модели и исследовать процессы и изделия электронной техники, разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач.

Место дисциплины в учебном плане

Изучение дисциплины «Компьютерные измерительные технологии» базируется на дисциплинах «Метрология», «Информатика».

Полученные при изучении дисциплины «Компьютерные измерительные технологии» знания, умения и навыки используются в дальнейшем при выполнении междисциплинарной курсовой работы и подготовке выпускной квалификационной работы.

2. Содержание учебной дисциплины

Раздел дисциплины	Объем в часах	Планируемые результаты обучения (ПРО), подлежащие контролю	Формы контроля
	лк		
	см		
	ср		
Раздел 1. Введение в компьютерные измерительные технологии	2	Знать: основные трактовки терминов «измерения», «измерительные технологии», «виртуальное средство измерений»; основные тренды современных измерительных технологий; предпосылки появления, назначение и преимущества компьютерных измерительных технологий. Уметь: распознавать в области профессиональной деятельности инженерные задачи измерительного характера, для решения которых необходимы компьютерные измерительные технологии. Владеть: навыками анализа и обобщения информации о трендах и решениях в области компьютерных измерительных технологий.	Мини-тест Реферат Экзамен
	-		
	8		
Раздел 2. Аппаратная основа КИТ	2	Знать: основные признаки измерительной системы; компоненты	Мини-тест
	-		

	10	<p>измерительной системы; основные требования к модулям измерительных систем; аспекты совместимости в измерительных системах; различия в подходах к реализации измерительных систем; номенклатуру стандартных интерфейсов измерительных систем.</p> <p>Уметь: грамотно осуществлять и обосновывать выбор подходов, аппаратных компонентов и интерфейсов КИТ для организации и проведения экспериментальных исследований; грамотно применять аппаратное обеспечение КИТ при организации и проведении экспериментальных исследований.</p> <p>Владеть: навыками разработки структуры и обоснованного выбора компонентов измерительной системы для решения прикладной задачи.</p>	Реферат Проект Экзамен
Раздел 3. Программное обеспечение КИТ	4	<p>Знать: основные задачи, решаемые ПО КИТ; требования, критерии выбора ПО КИТ; ведущих производителей ПО КИТ и их ключевые продукты; основные классы ПО КИТ; основные средства разработки прикладного ПО КИТ; возможности и подходы к разработке ПО КИТ в среде NI LabVIEW.</p> <p>Уметь: осуществлять и обоснованный выбор необходимых современных программных компонентов КИТ для организации и проведения экспериментальных исследований; выбирать пути комплексного решения инженерных задач с помощью современных программных средств КИТ;</p> <p>Владеть: навыками грамотной интерпретации алгоритмических описаний программных компонентов для решения инженерных задач; применения и реализации с использованием ПО КИТ методов обработки измерительной информации при проведении экспериментальных исследований; навыками применения КИТ для моделирования процессов и изделий электронной техники, в т.ч. измерительных.</p>	Мини-тест Контроль работы на практических занятиях Реферат Проект Экзамен
	16		
	20		
Раздел 4. Интерфейсы приборно-модульных	4	<p>Знать: номенклатуру основных интерфейсов приборно-модульных</p>	Мини-тест Контроль
8			

измерительных систем	20	<p>измерительных систем; особенности, достоинства, недостатки и области применения различных интерфейсов; порядок работы измерительной системы.</p> <p>Уметь: осуществлять обоснованный выбор подходящего интерфейса при реализации измерительной системы по приборно-модульному принципу; осуществлять диагностику подключения прибора по стандартным интерфейсам; использовать программные инструменты для организации взаимодействия приборов в рамках измерительной системы.</p> <p>Владеть: навыками организации управления измерительными приборами через стандартные интерфейсы; навыками разработки программных компонентов для работы с приборами через стандартные интерфейсы в рамках измерительной системы.</p>	работы на практических занятиях Проект Экзамен
Раздел 5. Интерфейсы функционально-модульных измерительных систем	6	<p>Знать: номенклатуру основных интерфейсов функционально-модульных измерительных систем; принцип построения и основные составляющие функционально-модульных измерительных систем; особенности, достоинства, недостатки и области применения различных модульных платформ.</p> <p>Уметь: осуществлять обоснованный выбор подходящей программно-аппаратной модульной платформы при реализации измерительной системы.</p> <p>Владеть: навыками разработки структуры, построения модели функционально-модульной измерительной системы.</p>	Мини-тест Реферат Проект Экзамен
	20		
Раздел 6. Сетевые технологии КИТ	2	<p>Знать: основные проблемы и противоречия, возникающие при разработке измерительных систем и возможные пути их решения;</p>	Мини-тест Контроль работы на
	4		

	16	<p>назначение и особенности интерфейса LXI; архитектуру системы, возможные форм-факторы оборудования LXI; достоинства и сферы применения LXI; различные пути организации удалённого сетевого доступа к измерительной системе или приборам.</p> <p>Уметь: осуществлять организацию удалённого сетевого доступа к измерительным приборам, системе или её компонентам; осуществлять диагностику прибора, подключённого через LXI; использовать программные инструменты для организации работы с измерительными приборами через вычислительную сеть.</p> <p>Владеть: навыками организации управления измерительными приборами через вычислительную сеть; навыками разработки программных компонентов для работы с измерительными приборами через вычислительную сеть.</p>	практических занятиях Проект Экзамен
Раздел 7. Технологии сбора данных	2	<p>Знать: общую структуру, состав, возможности систем сбора данных DAQ; основные элементы и параметры каналов аналогового ввода, аналогового вывода, цифрового ввода/вывода, временного ввода/вывода; основные способы синхронизации задач сбора данных; структуру и основные компоненты программного обеспечения систем сбора данных DAQ.</p> <p>Уметь: осуществлять обоснованный выбор компонентов системы сбора данных для решения прикладных задач; обоснованно и корректно выбирать параметры каналов ввода/вывода; выбирать и использовать программные инструменты для создания измерительных каналов; разрабатывать приложения сбора данных для решения различных задач.</p> <p>Владеть: навыками применения программных инструментов DAQ; навыками разработки программных компонентов аналогового ввода, вывода, цифрового ввода/вывода, временного ввода/вывода в различных режимах для решения измерительных задач.</p>	Мини-тест Контроль работы на практических занятиях Проект Экзамен
	16		
	20		
Раздел 8. Ведущие вендоры КИТ	2	<p>Знать: ведущие компании измерительной отрасли; основные сферы и направления работы ведущих вендоров отрасли; ключевые продукты</p>	Реферат Экзамен
	-		

	8	вендоров в области КИТ; основные технологические тренды отрасли. Уметь: формировать актуальную картину состояния измерительной отрасли; распознавать перспективные и эффективные пути и средства решения задач профессиональной деятельности с использованием современных измерительных технологий. Владеть: навыками анализа и обобщения информации об измерительной отрасли, её ключевых компаниях, продуктах и трендах.
Часов по видам учебных занятий:	24	
	44	
	122	
Итого часов:	190	

Формы учебных занятий:

лк – лекции в аудитории;

см – практические занятия;

ср – самостоятельная работа студента.

Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение в компьютерные измерительные технологии. Измерения - трактовки понятия. Понятие измерительных технологий. Основные тренды современных измерительных технологий. Предпосылки появления компьютерных измерительных технологий. Назначение и преимущества КИТ. Области применения КИТ. Основа КИТ. Виртуальные средства измерений. Технология виртуальных приборов.

Раздел 2. Аппаратная основа КИТ. Измерительная система и её компоненты. Измерительный канал. Требования к модулям измерительных систем. Совместимость в измерительных системах. Виды совместимости. Подходы к реализации измерительных систем. Приборно-модульные, функционально-модульные и гибридные системы. Стандартные интерфейсы измерительных систем: классификация и обзор.

Раздел 3. Программное обеспечение КИТ. Задачи программного обеспечения КИТ. Требования к ПО КИТ. Критерии выбора ПО КИТ. Лидеры рынка ПО КИТ и их продукты. Инструменты для управления тестированием. Среды разработки ПО для решения измерительных задач. Средства разработки прикладного ПО КИТ. Универсальные средства. Специализированные средства, ориентированные на разработку ПО КИТ. Технологии NI LabVIEW. Базовое ПО КИТ. Драйверы приборов. Стандартная архитектура виртуального прибора VISA.

Раздел 4. Интерфейсы приборно-модульных измерительных систем. Интерфейс IEEE-488 (КОП, GPIB). Основные характеристики. Конструктивные особенности. Конфигурация системы. Структура шины. Порядок работы системы.

Последовательные интерфейсы типа RS-XXX. Интерфейсы RS-232, RS-422, RS-423, RS-485. Основные характеристики. Достоинства и недостатки.

Раздел 5. Интерфейсы функционально-модульных измерительных систем. Интерфейсы VME и VXI. Назначение, основные характеристики, конструктивные особенности. Основные компоненты программно-аппаратной модели VXI-системы. Интерфейсы CompactPCI и PXI. Назначение, основные характеристики, конструктивные особенности, достоинства. Интерфейс AXIe. Назначение, основа, основные характеристики, особенности, возможности. Физическое исполнение. Достоинства. Области применения.

Раздел 6. Сетевые технологии КИТ. Проблемы разработки измерительных систем. Возможные пути решения. Интерфейс LXI. Назначение. Архитектура. Физическое исполнение. Основные возможности. Достоинства.

Раздел 7. Технологии сбора данных. Измерительные системы на основе устройств сбора данных. Структура. Аппаратные компоненты. Устройства сбора данных DAQ. Состав, функциональные возможности и особенности применения измерительных приборов на основе DAQ. Программное обеспечение. Источники погрешностей.

Раздел 8. Ведущие вендоры КИТ. Лидеры рынка отрасли T&M. Основные сферы их работы. Ключевые продукты. Технологические тренды отрасли.

3. Оценивание

Элементы контроля знаний студентов

Элемент контроля	1 год, модуль		Параметры
	3	4	
Мини-тесты	*	*	Небольшие (до 5 заданий, 10-15 минут) тесты по материалам предыдущих занятий.
Контроль работы на практических занятиях	*	*	Проводится на каждом практическом занятии.
Реферат	*		Письменная работа обзорного характера. Объем: 10-15 стр. Срок сдачи: последняя неделя 3-го модуля.
Проект	*	*	Работа проектного характера. Может выполняться малой группой до 4-х человек или индивидуально. Сроки сдачи: 1 этап (промежуточные результаты): последняя неделя третьего модуля; 2 этап (итоговые результаты): последняя неделя мая.
Экзамен		*	Формат: устный экзамен. Число вопросов: в билете 2, дополнительных не более 3. Время на подготовку к ответу: 40 минут.

По дисциплине предусмотрены следующие элементы контроля:

- регулярные **мини-тесты** с теоретическими и практическими вопросами по материалам предыдущих лекционных и практических занятий;
- контроль работы студентов в ходе проведения **практических занятий**;
- **реферат** – письменная работа (выполняется в часы, отводимые на самостоятельную работу), подразумевающая выполнение обзора зарубежных и отечественных источников по актуальным вопросам компьютерных измерительных технологий (часть источников рекомендуется преподавателем, часть – подбирается студентами самостоятельно);
- **проект** прикладного характера, связанный с разработкой прототипа или модели измерительной системы/прибора, либо программного компонента измерительной системы (задание выполняется в часы, отводимые на самостоятельную работу, с возможностью получения консультаций преподавателя в очном или дистанционном формате, при необходимости, предоставляется время для работы в лаборатории), преподавателем осуществляется контроль промежуточных и итоговых результатов выполнения задания;
- **экзамен** проводится в конце четвёртого модуля в устной форме. Блокирующие элементы контроля не предусмотрены.

Критерии оценки знаний, умений и навыков

Промежуточные **мини-тесты** оцениваются пропорционально количеству правильных ответов на вопросы/корректно выполненных заданий. Мини-тесты оцениваются по 10-ти балльной шкале. Пропущенные по уважительной причине мини-тесты можно выполнить в часы консультаций, по согласованию с преподавателем.

При оценивании работы на **практических занятиях** учитываются полнота выполнения заданий, а также работоспособность и качество проработки получаемых программных решений. Практические занятия оцениваются по 10-ти балльной шкале.

Пропущенные по уважительной причине практические занятия можно выполнить в часы консультаций, по согласованию с преподавателем.

В оценке за **реферат** учитывается качество выполненного обзора, релевантность использованных источников, наличие самостоятельно выполненного анализа и обобщения, наличие, релевантность и оригинальность выводов.

Реферат оценивается по 10-ти балльной шкале.

В оценке за **проект** учитываются: адекватность выбранного подхода поставленному заданию, обоснованность принимаемых решений, работоспособность прототипа, корректность разработанных алгоритмов, качество и аккуратность оформления графического интерфейса и читаемость программного кода, аккуратность оформления программной и проектной документации, качество презентации.

Оценка за проект выставляется по 10-ти балльной шкале. За досрочную сдачу предусматривается начисление дополнительного балла.

Экзамен проводится в устной форме. Экзамен проводится в конце четвертого модуля в период сессии. В билеты включаются вопросы теоретического и прикладного характера по материалам модуля. В билете 2 вопроса. На подготовку к ответу даётся 40 минут. По желанию студента возможен досрочный ответ. Во время подготовки к ответу допускается использование необходимых справочных материалов и источников, в т.ч. в электронных. Во время устного ответа преподавателю использование вспомогательных материалов не допускается, за исключением кратких поясняющих иллюстраций, схем, диаграмм и т.д.

Оценка за экзамен выставляется в зависимости от корректности, полноты и развёрнутости данных ответов на основные и дополнительные вопросы. Итоговая оценка за экзамен выставляется по 10-ти балльной шкале.

Порядок формирования оценок по дисциплине

Оценка промежуточной аттестации рассчитывается по формуле:

$$O = 0,2 * O_{\text{MT}} + 0,25 * O_{\text{ПЗ}} + 0,1 * O_{\text{реф}} + 0,2 * O_{\text{пр}} + 0,25 * O_{\text{ЭКЗ}},$$

где O_{MT} – общая оценка за все мини-тесты, определяемая как среднее арифметическое оценок за отдельные мини-тесты; $O_{\text{ПЗ}}$ – общая оценка за все практические занятия, определяемая как среднее арифметическое оценок за отдельные практические занятия; $O_{\text{реф}}$ – оценка за реферат; $O_{\text{пр}}$ – оценка за проект; $O_{\text{ЭКЗ}}$ – оценка за экзамен.

Оценка, определённая по указанной формуле, математически округляется к ближайшему целому. Если разряд десятых долей имеет значение 5, а последующие знаки равны нулю, то округление производится в большую сторону (например, 7,500 округляется до 8).

Информация об оценках за отдельные элементы контроля публикуется в электронной онлайн-таблице, ссылка на которую размещается в LMS и рассылается студентам на студенческую почту (@edu.hse.ru). Информация о результатах промежуточной аттестации сообщается в период сессии.

Для студентов, обучающихся по ИУП, в частности, изучающих дисциплину не с начала, общая структура формирования оценки сохраняется, однако отдельные формы текущей работы в модуле могут быть заменены на специальные задания и/или формы контроля. Конкретные задания и формы контроля определяются в индивидуальном порядке преподавателем совместно со студентом.

4. Оценочные средства

Проект выполняется по индивидуальному заданию на разработку прототипа или модели измерительной системы/прибора, либо программного компонента измерительной системы. Предпочтительной средой разработки программных компонентов является NI LabVIEW, однако, студенты, по согласованию с преподавателем могут использовать другие средства разработки. Тема проекта выбирается студентом или малой группой студентов (до 4 человек) совместно с преподавателем, исходя из профессиональных или образовательных интересов студентов.

При выполнении проекта студенты должны продемонстрировать способность определения структуры разрабатываемого объекта, грамотного выбора его составляющих; квалифицированного применения современных средств разработки и программных инструментов для решения прикладной задачи, способность создания работоспособного решения; а также способность работать в команде, качественно оформлять и наглядно представлять результаты проектной работы.

Выбранные темы и составы малых групп фиксируются через сервис Google Sheets. Задание, включающее ссылку на таблицу для записи, публикуется в материалах дисциплины в LMS и рассылается по студенческой почте (@edu.hse.ru).

Работа выполняется в 2 этапа. Конкретизация по отчётным материалам оговаривается в индивидуальном техническом задании.

Отчётные материалы сдаются в электронном виде через специальные проекты дисциплины LMS.

Результаты выполнения проекта представляются в форме доклада (защиты) с использованием презентации и демонстрации на последнем практическом занятии курса.

Примеры тем проектов

- Тема 1. Разработка программной модели системы автоматизированного физиологического мониторинга
- Тема 2. Разработка виртуальной модели измерительного прибора
- Тема 3. Разработка программного симулятора инфокоммуникационных протоколов
- Тема 4. Разработка программного обеспечения системы автоматизированного экологического мониторинга
- Тема 5. Разработка программного модуля для анализа цифровых сигналов

Приветствуется выполнение заданий по инициативным темам или встроенных в более крупную проектную работу, в которой принимает участие студент. Темы заданий для каждого студента или группы студентов утверждаются преподавателем в индивидуальном порядке.

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины

1. Понятие измерительных технологий. Основные тренды современных измерительных технологий.
2. Понятие измерительных технологий. Предпосылки появления компьютерных измерительных технологий. Назначение и преимущества КИТ. Области применения КИТ.
3. Компьютерные измерительные технологии. Виртуальные средства измерений. Основа КИТ. Технология виртуальных приборов.
4. Аппаратная основа КИТ. Измерительная система и её компоненты. Измерительный канал.
5. Аппаратная основа КИТ. Требования к модулям измерительных систем. Совместимость в измерительных системах. Виды совместимости.
6. Подходы к реализации измерительных систем. Приборно-модульные, функционально-модульные и гибридные системы. Примеры интерфейсов.
7. Программное обеспечение КИТ. Задачи программного обеспечения КИТ. Требования к ПО КИТ. Критерии выбора ПО КИТ.
8. Программное обеспечение КИТ. Лидеры рынка ПО КИТ и их продукты.
9. Программное обеспечение КИТ. Специализированные средства, ориентированные на разработку ПО КИТ. Технологии NI LabVIEW.
10. Программное обеспечение КИТ. Базовое ПО КИТ. Драйверы приборов. Стандартная архитектура виртуального прибора VISA.
11. Интерфейсы приборно-модульных измерительных систем. Интерфейс КОП (GPIB). Основные характеристики. Отличительные особенности.
12. Интерфейсы приборно-модульных измерительных систем. Интерфейсы RS-232,

RS-423.

13. Интерфейсы приборно-модульных измерительных систем. Интерфейсы RS-422 и RS-485. Основные характеристики. Достоинства и недостатки. Сравнение характеристик.
14. Интерфейсы функционально-модульных измерительных систем. Интерфейсы VME и VXI. Физическое исполнение устройств. Назначение, основные характеристики, особенности, возможности. Области применения.
15. Интерфейсы функционально-модульных измерительных систем. Интерфейсы CompactPCI, PXI и PXIe. Физическое исполнение устройств. Основные характеристики.
16. Интерфейсы функционально-модульных измерительных систем. PXI и PXIe. Особенности, возможности. Основные области применения. Сравнение с VXI.
17. Проблемы разработки измерительных систем. Интерфейс LXI. Требования базовой спецификации LXI. Конструктивное исполнение устройств.
18. Интерфейс LXI. Характеристики, возможности и преимущества LXI. Области применения.
19. Интерфейсы ATCA и AXIe. Конструктивное исполнение устройств. Основные характеристики, особенности и расширения AXIe. Интеграция с другими платформами. Приложения AXIe.
20. Технологии сбора данных. Обобщенная структура измерительной системы на основе DAQ и её компоненты.
21. Технологии сбора данных. Конструктивное исполнение устройств DAQ. Компоненты, интерфейсы и функциональные возможности DAQ устройств.
22. Технологии сбора данных. Важнейшие параметры аналоговых каналов. Источники погрешностей.
23. Технологии сбора данных. Программное обеспечение DAQmx. NI MAX. DAQ Assistant. Задачи и каналы DAQmx.
24. Ведущие вендоры отрасли T&M. Основные направления работы компаний. Ключевые тренды отрасли.

5. Ресурсы

5.1. Рекомендуемая основная литература

№п/п	Наименование
1.	Трэвис Д., Кринг Д. LabVIEW для всех. 4–издание, переработанное и дополненное. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 904 с.
2.	Блюм П. LabVIEW: стиль программирования / П. Блюм; Пер. с англ. под ред. П. Михеева. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 399 с.
3.	Yang, Y. LabVIEW Graphical Programming Cookbook. – Pack Publishing, 2014. (HSE Electronic Resource)

5.2. Рекомендуемая дополнительная литература

№п/п	Наименование
1.	Nawrocki, W. Measurement systems and sensors / W. Nawrocki. – 2nd ed. – Boston; London: Artech House, 2016. – 420 с.
2.	Sumathi, S., Surekha, P. LabVIEW based Advanced Instrumentation Systems. – Springer, Berlin, Heidelberg, 2007. (HSE Electronic Resource)
3.	Morris, A.S. Measurement and instrumentation: theory and application / A.S. Morris, R. Langari. – 2nd ed. – Amsterdam [etc.]: Elsevier, 2016. (HSE Electronic Resource)
4.	Johnson, G. and Jennings, R. LabVIEW Graphical Programming, Fourth Edition. – McGraw-Hill, 2006
5.	Essick, J. Hands-on introduction to LabVIEW for scientists and engineers / J. Essick. – 3rd ed. – New York [etc.]: Oxford University Press, 2016. – 668 с.

5.3. Программное обеспечение

№п/п	Наименование	Условия доступа/скачивания
1.	Microsoft Windows	Из внутренней сети университета (договор)
2.	National Instruments LabVIEW 2013	Установлено на лабораторных рабочих местах
3.	NI DAQ	Установлено на лабораторных рабочих местах. Доступно для свободного скачивания после регистрации на сайте производителя оборудования National Instruments.

5.4. Профессиональные базы данных, информационные справочные системы, интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)

№п/п	Наименование	Условия доступа/скачивания
	Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы	
1.	Библиотека НИУ ВШЭ	URL: https://library.hse.ru/
2.	База знаний National Instruments	URL: http://www.ni.com/kb/
	Интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)	
3.	Учебные материалы National Instruments	URL: http://www.ni.com/tutorials/

5.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При проведении лекционных занятий используется презентационное оборудование. При проведении практических (лабораторных) занятий обязательно использование лабораторных рабочих мест на основе ПК с установленной средой разработки NI LabVIEW, физическим и/или эмулированным оборудованием сбора данных NI DAQ, измерительными приборами, подключаемым к ПК с использованием стандартных интерфейсов. При необходимости, для самостоятельной работы студентов над проектом с использованием специализированного ПО и/или оборудования, предоставляется время для работы в лаборатории.

6. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида, могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

6.1.1. *для лиц с нарушениями зрения:* в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

6.1.2. *для лиц с нарушениями слуха:* в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

6.1.3. *для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:* в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

7. Дополнительные сведения

Презентационные материалы к лекциям, методические материалы, задания доступны в материалах дисциплины в LMS. Также через соответствующие проекты LMS осуществляется предоставление студентом результатов выполненных работ. Объявления организационного характера публикуются в системе LMS с рассылкой через студенческую почту (@edu.hse.ru).

Перечень дополнительных рекомендованных информационных ресурсов публикуется в материалах дисциплины LMS.

В рамках дисциплины также используются открытые сервисы Google Docs для решения организационных вопросов (формирование малых групп/бригад для выполнения заданий, выбор темы задания и т.д.)

При возникновении организационных вопросов или необходимости получения консультации, студент может связаться с преподавателем через корпоративную электронную почту mkrasivskaya@hse.ru.