

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 11.03.01 Радиотехника

Наименование образовательной программы: Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**БЛОЧНАЯ АРХИТЕКТУРА СОВРЕМЕННОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ**  
**АППАРАТУРЫ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ПОСТАНОВКИ И**  
**ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.09.03.03</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>8 семестр - 3;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>108 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>8 семестр - 28 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>8 семестр - 14 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>8 семестр - 65,7 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b>	
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>8 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2024**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Брюховецкий А.П.
	Идентификатор	R91f4bcbd-BriukhovetskaP-3bf285d

А.П.  
Брюховецкий

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Остапенков П.С.
	Идентификатор	R6356f55c-OstapenkovPS-854af18

П.С. Остапенков

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Остапенков П.С.
	Идентификатор	R6356f55c-OstapenkovPS-854af18

П.С. Остапенков

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** состоит в изучении методов создания многофункциональных и высокопроизводительных автоматизированных измерительных систем, использующих модульные структуры, в основе которых лежат стандартные компьютерные технологии..

### Задачи дисциплины

- изучение современных методов разработки измерительной аппаратуры, сбора и обработки экспериментальных данных, управления процессами измерения, обработки информации и представления конечных результатов;

- изучение принципов построения измерительных систем на высокопроизводительных модульных платформах PXI/PXI Express, позволяющих разрабатывать автоматизированные измерительные и испытательные комплексы;

- ознакомление с методикой моделирования, проектирования и экспериментального исследования виртуальных приборов, используя учебные модули NI Elvis и NI Elvis II;

- ознакомление с методами проектирования цифровых устройств на основе программируемых логических интегральных схем в среде графического программирования LabVIEW.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-3 Способен выполнять физическое моделирование (проведение эксперимента) процессов формирования, передачи, приема и обработки радиосигналов в радиоэлектронных устройствах, включая выбор технических средств, обработку результатов и оценку погрешности экспериментальных данных	ИД-1ПК-3 Знает методы физического моделирования процессов формирования, передачи, приема и обработки радиосигналов и проведения экспериментальных исследований	знать: - методы и средства обработки и отображения результатов экспериментальных данных; - методы построения измерительных и тестирующих систем в среде графического программирования LabVIEW; - основы автоматизации эксперимента, построение измерительных комплексов на базе многофункциональных блочных платформ.
ПК-3 Способен выполнять физическое моделирование (проведение эксперимента) процессов формирования, передачи, приема и обработки радиосигналов в радиоэлектронных устройствах, включая выбор технических средств, обработку результатов и оценку	ИД-2ПК-3 Умеет проводить физическое моделирование, осуществлять выбор технических средств для проведения эксперимента, обрабатывать результаты эксперимента, оценивать погрешности экспериментальных данных	уметь: - проводить тестирование аппаратуры для сбора информационных данных и управления приборами, датчиками и компьютерными средствами обработки и вывода результатов, разработанной на базе модульной платформы PXI; - моделировать и проектировать измерительную аппаратуру, максимально использующую весь арсенал мультимедийных возможностей платформы PXI.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
погрешности экспериментальных данных		

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов (далее – ОПОП), направления подготовки 11.03.01 Радиотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Измерения	16.7	8	4	-	2	-	-	-	-	-	10.7	-	<p><b><u>Подготовка доклада, выступления:</u></b> Для подготовки необходимо изучить самостоятельно теорию погрешностей                      Вопросы к подготовке Прямые и косвенные измерения Систематические случайные погрешности Доверительный интервал Коэффициенты Стьюдента  <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>                      [2], стр. 3-15</p>	
1.1	Измерения	16.7		4	-	2	-	-	-	-	-	10.7	-		
2	Измерительная аппаратура	17		4	-	2	-	-	-	-	-	11	-		<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b>                      Вопросы к подготовке Современные требования к измерительной технике Измерительные технологии Измерительные сигналы Погрешности и классификация приборов Шумы и помехи  <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>                      [2], стр. 27-39</p>
2.1	Измерительная аппаратура	17		4	-	2	-	-	-	-	-	11	-		
3	Среда LabView	17		4	-	2	-	-	-	-	-	11	-		<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b>                      Изучение материалов по разделу Среда LabView и подготовка к контрольной работе                      Вопросы к подготовке Блочная технология измерительных комплексов Многофункциональность виртуальных приборов Многофункциональная платформа PXI фирмы National Instruments                      Оборудование для систем сбора данных и</p>
3.1	Среда LabView	17	4	-	2	-	-	-	-	-	11	-			

													согласования сигналов. Модульные приборы. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 5-18
4	Датчики в измерительной аппаратуре	17	4	-	2	-	-	-	-	-	11	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Датчики в измерительной аппаратуре и подготовка к контрольной При подготовке изучить вопросы Преобразования входной физической величины в процессе ее регистрации в ВОД. Интерференционные датчики Типы датчиков. Классификация датчиков ВОД Особенности и преимущества эксперимента при организации измерений с помощью волоконных датчиков. Датчики , использующие решетки Брегга.
4.1	Датчики в измерительной аппаратуре	17	4	-	2	-	-	-	-	-	11	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], стр. 44-61
5	Виртуальные приборы	19	6	-	2	-	-	-	-	-	11	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Из
5.1	Виртуальные приборы	19	6	-	2	-	-	-	-	-	11	-	учение материалов по разделу Виртуальные приборы и подготовка к контрольной работе При подготовке изучить вопросы Программирование в среде LabVIEW, Элементы программирования. Разработка интерфейса пользователя и блок-диаграммы. Использование шаблонов. Инструментальные средства для работы с лицевой панелью и блок – диаграммой. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 237-253
6	Платформа NI ELVIS II +	21	6	-	4	-	-	-	-	-	11	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Платформа NI ELVIS II + и подготовка к контрольной
6.1	Платформа NI ELVIS II +	21	6	-	4	-	-	-	-	-	11	-	работе При подготовке изучить вопросы Конфигурирование приборов на базе

													монтажных станций NI ELVIS2 Состав и возможности монтажных станций Конфигурирование ПЛИС на монтажных станциях NI ELVIS Программируемые логические интегральные схемы. Программное обеспечение – САПР. М <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 76-103
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	108.0	28	-	14	-	-	-	-	0.3	65.7	-	
	Итого за семестр	108.0	28	-	14	-	-	-	-	0.3	65.7	-	

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

## **3.2 Краткое содержание разделов**

### 1. Измерения

#### 1.1. Измерения

Современный подход к организации измерений. Блочная архитектура построения измерительных систем. Проведение измерений и погрешности измерений. Систематические и случайные погрешности..

### 2. Измерительная аппаратура

#### 2.1. Измерительная аппаратура

Требования к измерительной технике. Измерительные стандарты. Изучение требований к построению измерительной аппаратуры. Блочная структура организации сбора данных и управления экспериментом. Сбор данных и управление экспериментом. Датчики на оптоволокне. Классификация датчиков на оптоволокне. Машинное зрение и обработка изображений. Задачи позиционирования. Интерфейсы и шаговые двигатели.

### 3. Среда LabView

#### 3.1. Среда LabView

Знакомство со средой графического программирования LabVIEW. Лицевая панель и панель функций. Организация циклов массивов и кластеров. Организация считывания данных в среде графического программирования. Строки и файловый ввод-вывод. Программирование в среде графического программирования LabVIEW. Разработка интерфейса пользователя и блок- диаграммы. Редактирование задач.

### 4. Датчики в измерительной аппаратуре

#### 4.1. Датчики в измерительной аппаратуре

Измерительная аппаратура, использующая оптоволокно. Датчики на оптоволокне. Системы тестирования. Системы тестирования радиочастотных каналов связи..

### 5. Виртуальные приборы

#### 5.1. Виртуальные приборы

Разработка виртуальных приборов. Разработка иконок виртуальных приборов.

### 6. Платформа NI ELVIS II +

#### 6.1. Платформа NI ELVIS II +

Учебные монтажные станции NI ELVIS для конфигурирования измерительных систем. Структурная схема монтажные станции NI ELVIS. Конфигурирование виртуальных приборов на монтажных станциях NI ELVIS, с использованием вставки ПЛИС. Изучение платформы ПЛИС монтажной станции NI ELVIS Digital Electronics FPGA Board. Конфигурирование ПЛИС на монтажных станциях NI ELVIS. Программируемые логические интегральные схемы. Реализация алгоритмов ЦОС на базе ПЛИС.

## **3.3. Темы практических занятий**

1. Преобразования входной физической величины в процессе ее регистрации в волоконно-оптическом датчике;
2. Знакомство с основой программирования в среде LabVIEW;

3. Разработка виртуальных измерительных приборов;
4. Изучение монтажных станций NI ELVIS;
5. Файловые структуры считывания информации в среде LabVIEW.

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### *Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Измерения."
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Измерительная аппаратура"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Среда LabView"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Датчики в измерительной аппаратуре"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Виртуальные приборы"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Платформа NI ELVIS II +"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ** Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)						Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	
<b>Знать:</b>								
основы автоматизации эксперимента, построение измерительных комплексов на базе многофункциональных блочных платформ	ИД-1ПК-3			+				Контрольная работа/Среда LabView
методы построения измерительных и тестирующих систем в среде графического программирования LabVIEW	ИД-1ПК-3		+					Контрольная работа/Измерительная аппаратура
методы и средства обработки и отображения результатов экспериментальных данных	ИД-1ПК-3	+						Контрольная работа/Измерения
<b>Уметь:</b>								
моделировать и проектировать измерительную аппаратуру, максимально использующую весь арсенал мультимедийных возможностей платформы PXI	ИД-2ПК-3					+	+	Контрольная работа/Виртуальные приборы Контрольная работа/Платформа NI ELVIS II +
проводить тестирование аппаратуры для сбора информационных данных и управления приборами, датчиками и компьютерными средствами обработки и вывода результатов, разработанной на базе модульной платформы PXI	ИД-2ПК-3				+			Контрольная работа/Датчики в измерительной аппаратуре

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**8 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Виртуальные приборы (Контрольная работа)
2. Датчики в измерительной аппаратуре (Контрольная работа)
3. Измерения (Контрольная работа)
4. Измерительная аппаратура (Контрольная работа)
5. Платформа NI ELVIS II + (Контрольная работа)
6. Среда LabView (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Зачет с оценкой (Семестр №8)*

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Евдокимов, Ю. К. LabVIEW для радиоинженера: от виртуальной модели до реального прибора. Практическое руководство для работы в программной среде LabVIEW : учебное пособие для вузов по специальностям 201200 (210402) "Средства связи с подвижными объектами", 201800 (210403) "Защищенные системы связи", 201100 (210405) "Радиосвязь, радиовещание и телевидение" / Ю. К. Евдокимов, В. Р. Линдваль, Г. И. Щербаков . – М. : ДМК Пресс, 2007 . – 400 с. + CD-ROM . - ISBN 5-940743-46-3 .;
2. Смирнов, Н. Н. Измерение характеристик случайных процессов : Учебное пособие для вузов по направлениям бакалавра 552500 "Радиотехника" и специалиста 654200 "Радиотехника" / Н. Н. Смирнов, В. П. Федосов, Ф. А. Цветков ; Ред. В. П. Федосов . – М. : Сайнс-Пресс, 2004 . – 64 с. – (Конспекты лекций по радиотехническим дисциплинам ; Вып. 16) . - ISBN 5-948180-21-2 .;
3. Баран Е. Д.- "LabVIEW FPGA. Реконфигурируемые измерительные и управляющие системы", Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2009 - (448 с.)  
[https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=1095;](https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1095;)
4. В. Д. Вавилов, С. П. Тимошенко, А. С. Тимошенко- "Микросистемные датчики физических величин", Издательство: "Техносфера", Москва, 2018 - (550 с.)  
[https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=496611.](https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=496611)

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;

3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. Quartus.

### 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	А-402, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-801/1, Учебная лаборатория радиолокационных и радионавигационных систем	парта со скамьей, стол преподавателя, стол, стол компьютерный, стул, вешалка для одежды, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, лабораторный стенд, ноутбук
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-801/12, Лаборатория «Цифровых методов исследования радиосистем»	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, оборудование специализированное, компьютер персональный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-825/3, Кабинет сотрудников каф. "РТП и АС"	кресло рабочее, стеллаж для хранения книг, стол, стул, шкаф для одежды, стол письменный, доска маркерная, компьютер персональный

Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-802/4, Склад инвентаря и оборудования	стеллаж, стол, стул, шкаф, шкаф для документов, сервер
--	---	--

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Блочная архитектура современной измерительной аппаратуры и программные средства постановки и проведения эксперимента

(название дисциплины)

### 8 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Измерения (Контрольная работа)
- КМ-2 Измерительная аппаратура (Контрольная работа)
- КМ-3 Среда LabView (Контрольная работа)
- КМ-4 Датчики в измерительной аппаратуре (Контрольная работа)
- КМ-5 Виртуальные приборы (Контрольная работа)
- КМ-6 Платформа NI ELVIS II + (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	4	8	12	14	15	16
1	Измерения							
1.1	Измерения		+					
2	Измерительная аппаратура							
2.1	Измерительная аппаратура			+				
3	Среда LabView							
3.1	Среда LabView				+			
4	Датчики в измерительной аппаратуре							
4.1	Датчики в измерительной аппаратуре					+		
5	Виртуальные приборы							
5.1	Виртуальные приборы						+	+
6	Платформа NI ELVIS II +							
6.1	Платформа NI ELVIS II +						+	+
Вес КМ, %:			10	10	10	10	50	10