

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1163536	Получение и цифровая обработка измерительных сигналов

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
<b>Образовательная программа</b> 1. Физика 2. Стандартизация и метрология	<b>Код ОП</b> 1. 03.03.02/33.01 2. 27.03.01/33.03
<b>Направление подготовки</b> 1. Физика; 2. Стандартизация и метрология	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 03.03.02; 2. 27.03.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Волегов Алексей Сергеевич	кандидат физико- математических наук, доцент	Доцент	магнетизма и магнитных наноматериалов

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ **Получение и цифровая обработка измерительных сигналов**

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Дисциплина «Получение и цифровая обработка измерительных сигналов» включает изложение основ построения аппаратных и программных частей средств измерений формы сигнала, частоты, фазовых сдвигов, скважности, различных параметров переменных напряжений и других характеристик электрических сигналов; изложение современных физических принципов и методов измерения электрических величин; описание методов фильтрации сигналов, дискретного преобразования Фурье, децимации и интерполяции цифровых сигналов.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Получение и цифровая обработка измерительных сигналов	3
ИТОГО по модулю:		3

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Получение и цифровая обработка измерительных сигналов	ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности	З-2 - Интерпретировать основные теоретические положения фундаментальных разделов естественных наук, необходимые для освоения компетенций по профилю деятельности  У-1 - Определять пути решения задач профессиональной деятельности, опираясь

	<b>(Физика)</b>	<p>на знания основных закономерностей, законов, теории математики</p> <p>П-1 - Демонстрировать навыки применения простейших математических теорий и моделей для решения задач профессиональной деятельности</p>
	<p>ОПК-4 - Способен разрабатывать элементы технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p><b>(Метрология и метрологическое обеспечение)</b></p>	<p>З-1 - Описать области фундаментальных, инженерных и других наук, освоенных за время обучения, знания которых используются при разработке заданных элементов технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>З-2 - Изложить основные принципы разработки элементов технических объектов, систем и технологических процессов</p> <p>З-3 - Характеризовать роль экономических, экологических, социальных ограничений в разработке элементов технических объектов, систем и технологических процессов</p> <p>У-1 - Оценить взаимосвязь разрабатываемого элемента с техническим объектом, системой или технологическим процессом в целом</p> <p>У-2 - Обосновать целесообразность предложенного варианта разработки элемента технического объекта, системы или технологического процесса с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>У-3 - Использовать информационные технологии для моделирования, расчета и проектирования элемента технического объекта, системы или технологического процесса</p> <p>П-1 - Выполнить разработку заданного элемента технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p>

		<p>Д-1 - Проявлять самостоятельность и творчество при решении поставленной задачи</p>
	<p>ОПК-6 - Способен выполнять настройку технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p> <p><b>(Метрология и метрологическое обеспечение)</b></p>	<p>З-1 - Перечислить основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности в соответствии с имеющейся технической документацией</p> <p>З-2 - Объяснить принципы и основные правила и методы настройки технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p> <p>З-3 - Привести примеры использования цифровых технологий для настройки технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Регулировать основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности в соответствии с имеющейся технической документацией</p> <p>У-2 - Определять основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности для установления соответствия имеющейся технической документации</p> <p>У-3 - Оптимизировать с помощью цифровых технологий настройки технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p> <p>П-1 - Проводить организацию настройки и настройку технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p> <p>П-2 - Осуществлять контроль соответствия имеющейся технической документации и</p>

		<p>необходимую корректировку основных параметров функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>Д-1 - Внимательно и ответственно относиться к выполнению требований технической документации</p>
	<p>ОПК-7 - Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции, показатели энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта, осуществлять метрологическое обеспечение производственной деятельности</p> <p><b>(Метрология и метрологическое обеспечение)</b></p>	<p>З-1 - Объяснить принцип действия основного технологического оборудования</p> <p>З-2 - Изложить научные основы технологических операций</p> <p>З-3 - Характеризовать способы метрологического обеспечения производственной деятельности, контроля количественных и качественных показателей получаемой продукции</p> <p>З-4 - Перечислить основные показатели энерго и ресурсоэффективности производственной деятельности</p> <p>У-1 - Определять необходимое технологическое оборудование для выполнения технологических операций</p> <p>У-2 - Оценить соответствие выбранного технологического оборудования и технологических операций нормам и правилам безопасной эксплуатации, технологическим регламентам и инструкциям</p> <p>У-3 - Анализировать неполадки технологического оборудования, устанавливать их причины и определять способы их устранения</p> <p>У-4 - Оценивать с использованием количественных или качественных показателей соответствие характеристик получаемой продукции установленным техническим требованиям и фиксировать отклонения</p> <p>У-5 - Оценивать с использованием показателей энерго- и ресурсоэффективности параметры производственного цикла и продукта и анализировать отклонения</p>

		<p>У-6 - Определять оптимальные способы метрологического сопровождения технологических процессов</p> <p>П-1 - Поддерживать в процессе производственной эксплуатации заданные режимы технологических операций и параметры работы необходимого оборудования, обеспечивающие производительность и качество получаемой продукции</p> <p>П-2 - Рассчитывать показатели ресурсо- и энергоэффективности производственного цикла и продукта</p> <p>П-3 - Провести диагностику неполадок и определить способы ремонта технологического оборудования</p> <p>Д-1 - Умение концентрировать внимание на реализации порученного производственного процесса, умение брать на себя ответственность за результат</p>
	<p>ПК-1 - Способен использовать знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач в области физики магнитных явлений, медицинской и теоретической физики, физики конденсированного состояния</p> <p><b>(Физика)</b></p>	<p>З-1 - Знать основные методы теоретических и экспериментальных физических исследований</p> <p>У-1 - Самостоятельно формулировать задачу в рамках рассматриваемой проблемы</p> <p>П-1 - Предлагать использование методов теоретических и экспериментальных физических исследований при решении поставленных задач</p>
	<p>ПК-4 - Способен анализировать состояние средств измерений, внедрять необходимые средства измерений, стандартные образцы и методики измерений</p> <p><b>(Метрология и метрологическое обеспечение)</b></p>	<p>З-2 - Формулировать принципы нормирования точности измерений</p> <p>З-3 - Объяснять физические принципы работы, область применения и принципиальные ограничения методов и средств измерений</p> <p>У-1 - Анализировать представление точностных характеристик используемых</p>

		<p>средств измерений, стандартных образцов и методик измерений</p> <p>П-1 - Иметь практической опыт контроля состояния средств измерений и результатов измерений в организации</p>
	<p>ПК-6 - Способен выполнять особо точные измерения для определения действительных значений контролируемых параметров</p> <p><b>(Метрология и метрологическое обеспечение)</b></p>	<p>З-1 - Делать обзор нормативных и методических документов, регламентирующих вопросы выбора методов и средств измерений, условий проведения измерений</p> <p>З-2 - Перечислять области применения методов измерений</p> <p>З-3 - Описывать технические характеристики, конструктивные особенности, назначение и принципы применения средств измерений</p> <p>З-4 - Определять показатели качества продукции и параметров технологического процесса</p> <p>У-1 - Применять измерительное оборудование, необходимое для проведения измерений</p> <p>У-2 - Получать, интерпретировать и анализировать результаты измерений</p> <p>У-3 - Рассчитывать погрешности (неопределенности) результатов измерений</p> <p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор средств измерений для определения параметров изделий</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт оценки допускаемой погрешности (неопределенности) измерений</p> <p>П-3 - Осуществлять обоснованный выбор вариантов использования средств измерений и условий проведения измерений</p> <p>П-4 - Осуществлять подготовку к проведению измерений для определения действительных значений контролируемых параметров</p> <p>П-5 - Иметь практический опыт по проведению измерительного эксперимента,</p>

		обработке результатов измерений и их документировании
	<p>ПК-9 - Способен обрабатывать и анализировать научно-техническую информацию и результаты исследований</p> <p><b>(Метрология и метрологическое обеспечение)</b></p>	<p>З-1 - Определять цели и задачи проводимых исследований и разработок</p> <p>З-4 - Определять методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации</p> <p>У-2 - Систематизировать результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</p> <p>У-3 - Выбирать методы анализа научно-технической информации</p> <p>П-1 - Выполнять сбор, обработку, анализ и обобщение передового отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований</p>
	<p>ПК-11 - Способен принимать участие в моделировании процессов и средств измерений, испытаний и контроля с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования</p> <p><b>(Метрология и метрологическое обеспечение)</b></p>	<p>З-1 - Определять возможности стандартных пакетов программного обеспечения и средств автоматизированного проектирования</p> <p>У-1 - Оценивать возможности применения стандартных программных пакетов и средств автоматизированного проектирования</p> <p>П-1 - Осуществлять обоснованный анализ методов и средств измерений физических величин для осуществления моделирования процессов испытаний и контроля с использованием стандартных пакетов программ и средств автоматизированного проектирования</p>

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Получение и цифровая обработка**  
**измерительных сигналов**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Волегов Алексей Сергеевич	кандидат физико- математических наук, доцент	Доцент	магнетизма и магнитных наноматериалов

**Рекомендовано учебно-методическим советом института** Естественных наук и математики

Протокол № 7 от 29.09.2023 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Волегов Алексей Сергеевич, Доцент, магнетизма и магнитных наноматериалов**

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Место и роль электроники в измерительной технике. Виды и параметры измеряемых электрических сигналов. Классификация электронных измерительных приборов. Модуляция сигналов.
P2	Измерение формы электрических сигналов	Электроннолучевые осциллографы. Классификация. Обобщенная структурная блок-схема. Типы осциллографических разверток: линейная, импульсная периодическая, линейная ждущая, синусоидальная, круговая, спиральная. Многолучевые, скоростные, стробоскопические, запоминающие осциллографы. Искажения осциллограмм.
P3	Измерение частоты и временных интервалов	Емкостной, мостовой и резонансный методы измерения частоты. Методы сравнения: фигур Лиссажу, круговой развертки, гетеродинирования, метод нулевых биений. Методы дискретного счета. Блок-схема электронно-счетных частотомеров и периодометров. Их погрешности и помехозащищенность. Измерение интервалов времени.
P4	Измерение углов сдвига фаз	Осциллографический метод: линейная развертка, синусоидальная развертка. Компенсационный метод. Метод преобразования фазового сдвига во временной интервал. Блок-схема цифрового фазометра.
P5	Измерительные генераторы	Классификация и требования, предъявляемые к ним. Обобщенная структурная блок-схема генераторов. Генераторы низкой частоты: LC-, RC-, на биениях. Высокочастотные генераторы. Синтезаторы частот прямого и косвенного

		синтеза. Генераторы импульсных сигналов. Генераторы одиночных импульсов. Свип-генераторы. Генераторы шума.
<b>P6</b>	Электронные стрелочные вольтметры	Детекторы электрических сигналов. Линейные детекторы, квадратичные детекторы. Пиковые детекторы с открытым и закрытым входами
<b>P7</b>	Цифровые электронные вольтметры	Цифровые вольтметры постоянного тока с время-импульсным преобразователем, с двойным интегрированием, поразрядного уравнивания, с преобразованием напряжения в частоту.
<b>P8</b>	Аналогово-цифровые преобразователи	Параллельные АЦП. Последовательно-параллельные АЦП. АЦП последовательного приближения. Интегрирующий АЦП. Сигма-дельта АЦП. Последовательные АЦП прямого преобразования. АЦП дифференциального кодирования (реверсивный счетчик). АЦП сравнения с пилообразным сигналом. АЦП с промежуточным преобразованием в частоту следования импульсов. Цифро-аналоговые преобразователи.
<b>P9</b>	Измерение спектра сигналов	Анализаторы гармоник последовательного и параллельного анализа. Анализаторы спектра. Быстрое преобразование Фурье.
<b>P10</b>	Осциллографы с АЦП	Особенности использования АЦП осциллографов. Погрешности во временной области. Принцип действия жидкокристаллических индикаторов.
<b>P11</b>	Система разработки LabVIEW	Оборудование и программное обеспечение для сбора данных и управления приборами LabVIEW.
<b>P12</b>	Лабораторные работы по дисциплине "Электронные измерительные устройства"	Особенности измерений негармонического напряжения и оценка их точности  Погрешности во временной области цифровых электронных осциллографов  Влияние параметров передающей среды на качество передачи высокочастотных электрических сигналов  Влияние полосы пропускания аналогового тракта осциллографа на спектр прямоугольных электрических импульсов

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной	ПК-6 - Способен выполнять особо точные измерения для определения действительных	У-1 - Применять измерительное оборудование, необходимое для проведения

		успешной профессиональной деятельности	значений контролируемых параметров	измерений У-2 - Получать, интерпретировать и анализировать результаты измерений
--	--	--	------------------------------------	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Получение и цифровая обработка измерительных сигналов

#### Электронные ресурсы (издания)

1. ; Электронные средства информационных систем : учебное пособие. 3. Устройство приема и обработки информации; Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина, Елец; 2008; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=272364> (Электронное издание)
2. ; Электронные средства информационных систем : учебное пособие. 1. Усилители электрических сигналов; Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина, Елец; 2008; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=272343> (Электронное издание)
3. ; Электронные средства информационных систем : учебное пособие. 2. Радиоприемные устройства; Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина, Елец; 2008; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=272354> (Электронное издание)
4. Дерюшева, Т. В.; Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2011; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228956> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Волегов, А. С.; Электронные средства измерений электронных величин : [учебное пособие для студентов, обучающихся по программе бакалавриата по направлениям подготовки 221700 "Стандартизация и метрология", 222900 "Нанотехнология микросистемная техника", 011200 "Физика".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2014 (48 экз.)
2. Атамалян, Э. Г., Портной, Ю. В., Чепурнова, Ю. Д.; Методы и средства измерения электрических величин : Учеб. пособие для втузов.; Высшая школа, Москва; 1974 (1 экз.)
3. Атамалян, Э. Г.; Приборы и методы измерения электрических величин : Учеб. пособие для втузов.; Высшая школа, Москва; 1989 (36 экз.)
4. Сигов, А. С., Нефедов, В. И.; Метрология, стандартизация и технические измерения : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Проектирование и технология радиоэлектрон. средств" направления подгот. "Проектирование и технология электрон. средств".; Высшая школа, Москва; 2008 (1 экз.)
5. Мирский, Г. Я.; Электронные измерения; Радио и связь, Москва; 1986 (4 экз.)

#### Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Система Техэксперт: <http://sk5-410-lib-te.at.urfu.ru/docs/>

Зональная научная библиотека УрФУ [lib.urfu.ru](http://lib.urfu.ru)

### Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Электронные ресурсы образовательного портала [edu.ru](http://edu.ru)

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Получение и цифровая обработка измерительных сигналов

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc  Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc  Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
6	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Персональные компьютеры по количеству обучающихся  Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc  Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM