

ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

КАФЕДРА АВТОМАТИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИФТИС

Протокол № 1

от 26.04.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ В КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ  
УСТРОЙСТВАХ И СИСТЕМАХ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 12.03.01 Приборостроение

<b>Семестр</b>	<b>Трудоемкость, кред.</b>	<b>Общий объем курса, час.</b>	<b>Лекции, час.</b>	<b>Практич. занятия, час.</b>	<b>Лаборат. работы, час.</b>	<b>В форме практической подготовки/ В СРС, час.</b>	<b>КСР, час.</b>	<b>Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП</b>
7	2	72	32	0	0	40	0	3
Итого	2	72	32	0	0	40	0	

## АННОТАЦИЯ

В рамках курса рассматриваются современные сферы применения метрологии, теория измерений, актуальные вопросы метрологического обеспечения измерений. В рамках курса студенты осваивают:

- основы постановки и решения измерительных задач;
- виды и методы измерений и обработка их результатов;
- основы оценивания точности и достоверности измерений;
- ключевые положения современной нормативной базы и направления её развития.

Курс позволяет студентам сформировать представления о теоретической, законодательной и прикладной метрологии, необходимые для грамотной разработки технических средств и объектов.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель курса является формирование у студентов профессионального подхода к метрологическому обеспечению измерений, выполняемых при разработке и использовании современных средств измерений и технических средств с измерительными функциями.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате освоения общих курсов физики и математики.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-3 [1] – Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств технических измерений в приборостроении	З-ОПК-3 [1] – знать основные тенденции развития техники и технологий в области приборостроения; знать физические явления и эффекты, используемые для получения измерительной и управляющей информации; знать области и возможности применения физических явлений и эффектов в приборостроительной технике. У-ОПК-3 [1] – уметь использовать закономерности проявления физических эффектов при решении инженерных задач; уметь пользоваться современными средствами измерения, контроля и обосновывать выбор таких средств для решения конкретных задач; уметь разрабатывать программы и методики измерений, оптимально планировать эксперимент В-ОПК-3 [1] – владеть навыками выбора и использования соответствующих ресурсов, современных методик и оборудования для проведения экспериментальных исследований и измерений; владеть навыками обработки

	и представления полученных экспериментальных данных для получения обоснованных выводов
ОПК-5 [1] – Способен участвовать в разработке текстовой, проектной и конструкторской документации в соответствии с нормативными требованиями	З-ОПК-5 [1] – знать правила, нормы, требования и нормативно правовые основы разработки технической документации. У-ОПК-5 [1] – уметь применять на практике положения нормативных документов, регламентирующих контроль разработки технической документации; уметь разрабатывать и оформлять текстовую, проектно конструкторскую и технологическую документацию. В-ОПК-5 [1] – владеть навыками разработки текстовой документации в соответствии с нормативными требованиями; владеть навыками разработки проектной и конструкторской документации в соответствии с нормативными требованиями.
УК-2 [1] – Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	З-УК-2 [1] – Знать: виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач; действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность У-УК-2 [1] – Уметь: проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения; анализировать альтернативные варианты решений для достижения намеченных результатов; использовать нормативно-правовую документацию в сфере профессиональной деятельности В-УК-2 [1] – Владеть: методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта, навыками работы с нормативно-правовой документацией

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

<b>Задача профессиональной деятельности (ЗПД)</b>	<b>Объект или область знания</b>	<b>Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции</b>
проектно-конструкторский			
Расчет, проектирование и конструирование в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов	киберфизические системы и установки, системы контроля и управления ядерно-физических установок, комплексные	ПК-1 [1] - Способен определять условия и режимы эксплуатации, конструктивные особенности разрабатываемой оптотехники, оптических и оптико-	З-ПК-1[1] - знать основы схемотехники и конструктивные особенности разрабатываемой оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов

<p>киберфизических систем и установок с использованием современных технологий компьютерного проектирования</p>	<p>программные решения для киберфизических систем и установок</p>	<p>электронных приборов и комплексов</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004</p>	<p>и комплексов.; У-ПК-1[1] - уметь выбирать оптимальные с точки зрения решения поставленной задачи типовые схмотехнические решения для разработки оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов; уметь оптимизировать структуру построения и характеристики (показатели) оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов ; В-ПК-1[1] - владеть навыками определения условий и режимов эксплуатации разрабатываемой оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов; владеть навыками схмотехнического моделирования и конструирования разрабатываемой оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.</p>
<p>производственно-технологический</p>			
<p>Разработка и внедрение технологических процессов производства, метрологического обеспечения и контроля качества систем, приборов, деталей, элементов киберфизических систем и установок</p>	<p>киберфизические системы и установки, системы контроля и управления ядерно-физических установок, комплексные программные решения для киберфизических систем и установок</p>	<p>ПК-5 [1] - Способен внедрять технологические процессы производства и контроля качества приборов, комплексов и их составных частей</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004</p>	<p>З-ПК-5[1] - знать методы изготовления приборов и способы организации их производства; знать методики и технические средства контроля и испытаний; знать способы повышения производительности труда, технического уровня и эффективности производства. ;</p>

			<p>У-ПК-5[1] - уметь анализировать техническое задание на разработанные модели приборов, назначать марки инструмента на обрабатываемые материалы; уметь отрабатывать изделия на технологичность, улучшать качество изготавливаемых изделий. ;</p> <p>В-ПК-5[1] - владеть методами внедрения технологических процессов и методикой производства, контроля и испытаний приборов, комплексов и их составных частей; владеть методами отработки изделий на технологичность и улучшения качества изделий.</p>
организационно-управленческий			
<p>Осуществление технического контроля и участие в управлении качеством производства изделий приборостроения, включая внедрение систем менеджмента качества</p>	<p>киберфизические системы и установки, системы контроля и управления ядерно-физических установок, комплексные программные решения для киберфизических систем и установок</p>	<p>ПК-12 [1] - Способен осуществлять разработку организационных схем, стандартов и процедур процесса производства и контроля качества приборов, комплексов и их составных частей</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.008</p>	<p>3-ПК-12[1] - знать организацию производства на предприятиях отрасли, техническую базу производства; знать основы современной системы менеджмента качества и требования технического контроля выпускаемой продукции. ;</p> <p>У-ПК-12[1] - уметь планировать деятельность приборостроительного предприятия; уметь организовывать процесс производства и контроля качества приборов, комплексов и их составных частей. ;</p> <p>В-ПК-12[1] - владеть навыками разработки организационных схем,</p>

		стандартов и процедур процесса производства и контроля качества приборов, комплексов и их составных частей.
--	--	---

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование	1.Использование воспитательного потенциала

	<p>творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (В22)</p>	<p>дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p>
--	--	--

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары )/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
<i>7 Семестр</i>							
1	Первый раздел	1-8	16/0/0		25	КИ-8	В-УК-2, 3-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, 3-ОПК-5, У-ОПК-5, В-ОПК-5, 3-УК-2, У-УК-2
2	Второй раздел	9-16	16/0/0		25	КИ-16	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-



							12
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		32/0/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 7 Семестр</b>				50	3	3-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, 3-ОПК-5, У-ОПК-5, В-ОПК-5, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12, 3-УК-2, У-УК-2, В-УК-2

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

<b>Обозначение</b>	<b>Полное наименование</b>
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	32	0	0
<b>1-8</b>	<b>Первый раздел</b>	16	0	0
1 - 8	<b>Основные положения метрологии.</b> Основные положения метрологии. Термины, определения и нормативные документы. Погрешность (определение и классификация). Стандартизация и сертификация. Средства измерений (СИ) (определение и классификация метрологического обслуживания). Метрологические характеристики и классы точности СИ. Виды измерений: прямые, косвенные, совокупные, совместные. Методы измерений: метод непосредственной оценки и методы сравнения. Статистические характеристики случайной погрешности. Запись результата измерений, правила округления, доверительные интервалы погрешности. Обработка результатов прямых измерений. Обработка результатов косвенных измерений.	Всего аудиторных часов		
		16	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
<b>9-16</b>	<b>Второй раздел</b>	16	0	0
9 - 16	<b>Методы измерений электрических величин.</b> Методы измерений электрических величин: измерение параметров напряжений и токов; измерение частоты и периода; измерение параметров электрических цепей. Измерение неэлектрических величин. Измерительные преобразователи. Методы электрических измерений неэлектрических величин. Допусковый контроль.	Всего аудиторных часов		
		16	0	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

<b>Обозначение</b>	<b>Полное наименование</b>
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы

ИС	Интерактивный сайт
----	--------------------

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В целях формирования у студентов профессионального подхода к вопросам метрологического обеспечения измерений, выполняемых при разработке и использовании современных средств измерений и технических средств с измерительными функциями, курс включает в себя лекционные занятия.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ОПК-3	З-ОПК-3	З, КИ-8
	У-ОПК-3	З, КИ-8
	В-ОПК-3	З, КИ-8
ОПК-5	З-ОПК-5	З, КИ-8
	У-ОПК-5	З, КИ-8
	В-ОПК-5	З, КИ-8
ПК-1	З-ПК-1	З, КИ-16
	У-ПК-1	З, КИ-16
	В-ПК-1	З, КИ-16
ПК-12	З-ПК-12	З, КИ-16
	У-ПК-12	З, КИ-16
	В-ПК-12	З, КИ-16
ПК-5	З-ПК-5	З, КИ-16
	У-ПК-5	З, КИ-16
	В-ПК-5	З, КИ-16
УК-2	З-УК-2	З, КИ-8
	У-УК-2	З, КИ-8
	В-УК-2	З, КИ-8

### Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма	Оценка по 4-ех	Оценка	Требования к уровню освоению
-------	----------------	--------	------------------------------

баллов	балльной шкале	ECTS	учебной дисциплины
90-100	5 – <i>«отлично»</i>	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – <i>«хорошо»</i>	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – <i>«удовлетворительно»</i>	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – <i>«неудовлетворительно»</i>	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Л 47 Метрология, стандартизация и сертификация : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2022
2. 006 П81 Метрология, стандартизация и сертификация в атомной отрасли : монография, Москва: НИЯУ МИФИ, 2014

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 519.2 Б46 Измерение и анализ случайных процессов : , Дж. Бендат; Пер.с англ., М.: Мир, 1974
2. 34 Г15 Комментарий к Федеральному закону от 26 июня 2008 г. №102-ФЗ "Об обеспечении единства измерений" (постатейный) : , И. Н. Галеев, Москва: Деловой двор, 2009

3. 621.3 А92 Приборы и методы измерения электрических величин : Учеб. пособие для вузов, Э. Г. Атамалян, М.: Высш. школа, 1989

4. 621.3 А92 Приборы и методы измерения электрических величин : учеб. пособие для вузов, Э. Г. Атамалян, Москва: Дрофа, 2005

#### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

#### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

### **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

### **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

#### 1. Указания для прослушивания лекций

Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

#### 2. Указания для выполнения самостоятельной работы

Получить у преподавателя задание и список рекомендованной литературы. Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

Подготовить письменный отчет о проделанной работе.

### **11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

#### 1. Указания для проведения лекций

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемых в курсе. Дать перечень рекомендованной литературы и вновь появившихся литературных источников.

Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

Внимательно относиться к вопросам студентов и при необходимости давать дополнительные более подробные пояснения.

При чтении лекций преимущественное внимание следует уделять качественным вопросам, не следует увлекаться простыми теоретическими выкладками, оставляя их либо на студентов, либо отсылая студентов к литературным источникам и методическим пособиям.

В процессе лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Давать рекомендации студентам для подготовки к очередным семинарам и лабораторным занятиям.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

## 2. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

Задание на самостоятельную работу выдается индивидуально каждому студенту.

По результатам самостоятельной работы требовать от студента письменный отчет о проделанной работе с данными расчета, моделирования и экспериментальной проверки схемы.

Автор(ы):

Коровина Ольга Алексеевна