

ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ  
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 3

от 30.08.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЯ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 12.04.01 Приборостроение

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
3	3	108	32	0	0		40	0	Э
Итого	3	108	32	0	0	0	40	0	

## АННОТАЦИЯ

Основными целями преподавания дисциплины является:

- получение студентами знаний по вопросам метрологического обеспечения разрабатываемых конструкций и приборов, расчета погрешностей и неопределенностей результатов измерений;
- изучение основных государственных и отраслевых нормативных документов, регулирующих область представления результатов измерений и расчета инструментальных погрешностей;
- овладение навыками применения пакета MathCad для расчета характеристик случайных величин, расчета погрешностей, неопределенностей, анализа и представления массивов экспериментальных данных.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основными целями преподавания дисциплины является:

- получение студентами знаний по вопросам метрологического обеспечения разрабатываемых конструкций и приборов, расчета погрешностей и неопределенностей результатов измерений;
- изучение основных государственных и отраслевых нормативных документов, регулирующих область представления результатов измерений и расчета инструментальных погрешностей;
- овладение навыками применения пакета MathCad для расчета характеристик случайных величин, расчета погрешностей, неопределенностей, анализа и представления массивов экспериментальных данных;
- выработать у выпускника навыки самостоятельного обучению и освоения новых профессиональных знаний и умений.

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

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате освоения физико-математических дисциплин. Дисциплина является предшествующей для успешного прохождения производственных практик и написания ВКР. Учебная дисциплина тесно переплетается с курсами по программированию, основами теории вероятности, компьютерному практикуму, а также с курсами по экспериментальной физике в той части, которая касается обработки результата эксперимента. Знания, получаемые в данной учебной дисциплине применимы при обработке результатов любой экспериментальной лабораторной работы с оборудованием.

### 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 приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	3-ОПК-3 [1] – Знать: свою предметную область и традиционные подходы к решению инженерных задач У-ОПК-3 [1] – Уметь: приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач В-ОПК-3 [1] – Владеть: навыками приобретения и использования новых знаний в своей предметной области
--	--

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>
Исследование и разработка новых аппаратно-программных средств для скоростной высоконадежной передачи данных в современных проводных и оптических сетях	научно-исследовательский Информационные и телекоммуникационные каналы передачи данных	ПК-1 [1] - Способен к построению математических моделей объектов исследования и выбору численного метода их моделирования, разработке нового или выбор готового алгоритма решения задачи  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.041, 40.178	3-ПК-1[1] - Знать: программные продукты для построения математических моделей объектов исследования и выбора численного метода их моделирования, разработки нового или выбора готового алгоритма решения ; У-ПК-1[1] - Уметь: разрабатывать математические модели объектов исследования и выбирать численные методы их моделирования; В-ПК-1[1] - Владеть: технологиями построения математических моделей объектов исследования и выбора численного метода их моделирования, а также языками программирования

			для разработки нового или выбора готового алгоритма решения
Выбор оптимального метода и разработка программ экспериментальных исследований, проведение измерений с выбором технических средств и обработкой результатов	Методы исследований, программы экспериментальных исследований, технические средства измерений, методы обработки результатов	ПК-2 [1] - Способен к выбору оптимального метода и разработке программ экспериментальных исследований, проведение измерений с выбором технических средств и обработкой результатов  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	3-ПК-2[1] - Знать: методологию выбора оптимального метода и разработки программ экспериментальных исследований, проведения измерений с выбором технических средств и обработки результатов ; У-ПК-2[1] - Уметь: аргументированно выбирать оптимальные методы и разрабатывать программы экспериментальных исследований, проведения измерений с выбором технических средств и обработкой результатов; В-ПК-2[1] - Владеть: навыками выбора оптимального метода и разработки программ экспериментальных исследований, проведение измерений с выбором технических средств и обработкой результатов

#### 4. 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>3 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	16/0/0		25	КИ-8	3-ОПК-3, У-ОПК-3, 3-ПК-1, 3-ПК-2
2	Второй раздел	9-16	16/0/0		25	КИ-16	3-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, 3-ПК-1, У-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2
	<i>Итого за 3 Семестр</i>		32/0/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 3 Семестр</b>				50	Э	3-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1,

							З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-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:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>3 Семестр</i>	32	0	0
<b>1-8</b>	<b>Первый раздел</b>	16	0	0
1 - 2	<b>Основные метрологические понятия и термины</b> Физические величины и системы единиц физических величин. Размерность и шкалы физических величин. Эталоны единиц физических величин. Рабочие эталоны. Поверочные схемы. Методы и методики измерений. Средства измерений. Метрологические характеристики средств измерений. Классы точности средств измерений. Основы технического регулирования. Технический регламент, порядок разработки, принятия, изменения. Основы стандартизации. Цели и принципы стандартизации. Национальная и международная системы стандартизации. Виды документов по стандартизации. правила и порядок проведения сертификации. Аккредитация органов сертификации и испытательных лабораторий (метрологических центров). Методы получения случайной равномерно распределенной случайной величины. Методы моделирования случайной величины с заданным законом распределения	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	<b>Статический подход к описанию погрешностей и неопределенности средств и результатов измерений</b> Виды погрешностей: инструментальная и случайная погрешности. Вероятностная природа погрешности. Использование аппарата теории вероятности для расчета погрешностей. Числовые характеристики случайных величин. Вероятность. Функция распределения вероятности и функция плотности вероятности.	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
		0	0	0

	Математическое ожидание случайной величины. Дисперсия случайной величины. Выборочная дисперсия выборки объема			
5 - 6	<b>Распределения случайных величин</b> Распределение Пуассона. Нормальное распределение. Стандартное нормальное распределение. Интеграл Лапласа. Центральная предельная теорема. Распределение $\chi^2$ -квадрат. Распределение Стьюдента. Примеры применения распределений. Композиция и преобразования распределений случайных величин.	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	<b>Описательная статистика</b> Выборочные функции плотности вероятности и функции распределения. Гистограммы. Диаграммы.	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
<b>9-16</b>	<b>Второй раздел</b>	16	0	0
9 - 10	<b>Оценка параметров доверительными интервалами. Случайные и инструментальные погрешности</b> Методы расчета случайной погрешности прямых многократных и косвенных результатов измерений. Методы оценки инструментальной погрешности..	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	<b>Суммарные погрешности. Погрешности косвенных измерений</b> Методы расчетного суммирования составляющих результирующей погрешности. Оценка погрешности средств измерений	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 16	<b>Понятие неопределенности результата измерения</b> Оценка неопределенности. Представление бюджета неопределенности.	Всего аудиторных часов		
		8	0	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
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

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В основе преподавания дисциплины лежат традиционные образовательные технологии, которые показали себя достаточно эффективными средствами формирования и развития профессиональных навыков студентов.

Лекционный материал данного курса представлен в среде Microsoft PowerPoint. Презентации лекций содержат цветные иллюстрации для лучшего освоения материала.

Принятый подход предполагает активное использование современных информационных технологий при самостоятельной работе студентов и выполнении домашних заданий. Также предполагается использование средств компьютерной симуляции и математической обработки результатов.

## 6. 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	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ОПК-3	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ОПК-3	Э, КИ-16
ПК-1	З-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1	Э, КИ-16
	В-ПК-1	Э
ПК-2	З-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-2	Э, КИ-16
	В-ПК-2	Э

## 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 баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	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 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская
75-84		C	
70-74		D	



			существенных неточностей в ответе на вопрос.
65-69			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	3 – «удовлетворительно»	Е	
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	Ф	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.

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

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ G71 Measurement Uncertainties in Science and Technology : , Cham: Springer International Publishing, 2014
2. ЭИ L80 Statistical Methods for Data Analysis in Particle Physics : , Cham: Springer International Publishing, 2016
3. ЭИ К 55 Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников : учебное пособие, Москва: Физматлит, 2012
4. ЭИ Р 98 Статистические методы обработки результатов измерений (с примерами в среде Mathcad) : Учебное пособие, Москва: Буки Веди, 2019

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

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

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

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

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

### **1. Общие положения**

1.1. При реализации программы дисциплины используются образовательные технологии в форме лекций и самостоятельной работы с использованием Internet-ресурсов, методических разработок, учебной, научно-популярной и научной литературы.

1.2. Приступая к изучению дисциплины студенту необходимо ознакомиться с целями и задачами дисциплины, содержанием рабочей программы дисциплины, рекомендуемыми литературными источниками, методическими разработками по данной дисциплине, имеющимися на образовательном портале и сайте кафедры.

### **2. Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям.**

2.1. Для понимания материала учебной дисциплины и качественного его усвоения рекомендуется вести конспект лекций. Конспектирование представляет собой сжатое и свободное изложение наиболее важных, кардинальных вопросов темы, излагаемой в лекции.

2.2. Перед очередной лекцией следует просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции и проработать учебный материал лекции по учебнику и учебным пособиям для успешного освоения материала.

2.3. Возникающие вопросы и непонятные моменты можно записывать в конспект, чтобы спросить о них у преподавателя на лекции.

### **3. Самостоятельная работа обучающихся**

3.1. Самостоятельная работа предполагает формирование и усвоение теоретического материала на базе изучения и систематизации материалов учебников, официальных государственных документов, законов, нормативно-справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем, компьютерной сети Интернет.

3.2. Обучающимся следует руководствоваться графиком самостоятельной работы, определенным рабочим планом дисциплины и выполнять все плановые задания, выдаваемые преподавателем для самостоятельной работы, и представлять их в установленный срок.

### **4. Рекомендации по подготовке и сдаче аттестации по дисциплине.**

4.1. Аттестация по дисциплине основана на балльно-рейтинговой системе, которая включает текущий контроль успеваемости, рубежный контроль в семестре и промежуточную аттестацию по итогам освоения дисциплины.

4.2. Текущий контроль подразумевает проверку готовности студентов к занятиям, для чего могут быть использованы различные проверочные задания. Прохождение контрольных рубежей проводится в середине и конце семестра и может осуществляться в виде контрольных работ, письменных опросов и т.д. Этап промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в целом подразумевает сдачу экзамена и самостоятельную подготовку к нему. При подготовке к промежуточной аттестации необходимо по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал и внимательно изучить материал лекций, соответствующий вопросам, выносимым на аттестацию.

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

## 1. Общие положения

1.1. При реализации программы дисциплины используются образовательные технологии в форме лекций и самостоятельной работы с использованием Internet-ресурсов, методических разработок, учебной, научно-популярной и научной литературы.

1.2. На первом занятии преподаватель:

- знакомит студентов с целями и задачами преподаваемой дисциплины, определяет ее место в образовательной программе, обозначает междисциплинарные связи;
- уточняет наполнение лекций в соответствии с рабочей программой дисциплины, с учетом контингента и уровня подготовки студентов;
- рекомендует основную и дополнительную литературу для успешного освоения дисциплины;
- доводит до сведения студентов систему оценки знаний.

## 2. Рекомендации по подготовке и преподаванию дисциплины

2.1. Рекомендации по подготовке и проведению лекций:

2.1.1. Цель лекции - организация целенаправленной познавательной деятельности студентов по овладению программным материалом учебной дисциплины. При этом лекционный материал рекомендуется постоянно актуализировать (вносить замечания, дополнения, пояснения и т.д.).

2.1.2. К типичным структурным элементам лекции относятся: вступление, основная часть, заключение. В начале лекции преподаватель называет тему лекции, основные вопросы, выносимые на лекцию, указывает основную и дополнительную литературу и главы и параграфы в ней, где изложен материал лекции. После каждого раздела делаются обобщающие выводы и даются указания по самостоятельной работе над материалом лекции.

2.1.3. Рекомендуется максимально использовать наглядные пособия и технические средства обучения. Для этого разрабатываются презентации. Каждый слайд должен содержать основные положения и сопровождаться дополнительными примерами и пояснениями преподавателя.

2.2. Рекомендации по организации руководства самостоятельной работой студентов

2.2.1. Самостоятельная работа предполагает формирование и усвоение материала на базе изучения и систематизации материалов учебников, официальных государственных документов, законов, нормативно-справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем, компьютерной сети Интернет.

2.2.2. В ходе руководства самостоятельной работой студентов преподаватель приобщает их к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.

2.3. Рекомендации по осуществлению контроля знаний обучаемых

2.3.1. По дисциплине действует балльно-рейтинговая система, которая включает текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию по итогам освоения дисциплины

2.3.2. По дисциплине предусмотрены следующие виды аттестации: текущий контроль, рубежный контроль и итоговая аттестация.

2.3.3. Текущий контроль подразумевает проверку готовности студентов к занятиям, могут быть использованы различные проверочные задания.

2.3.4. Прохождение контрольных рубежей по итогам освоения дисциплины проводится в середине и в конце семестра.

2.3.5. Этап промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в целом подразумевает приём экзамена и самостоятельную подготовку к нему.

Автор(ы):

Рябева Елена Васильевна, к.ф.-м.н.