

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
1143341	Приборы и техника физического эксперимента

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Нанотехнологии и микросистемная техника	Код ОП 1. 28.03.01/33.01
Направление подготовки 1. Нанотехнологии и микросистемная техника	Код направления и уровня подготовки 1. 28.03.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Каверин Алексей Михайлович	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	Департамент фундаментальной и прикладной физики

Согласовано:

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Приборы и техника физического эксперимента

1.1. Аннотация содержания модуля

Дисциплина «Приборы и техника физического эксперимента» даёт знания, необходимые для подготовки и проведения экспериментов. Основными разделами дисциплины являются: термометрия, измерение давления и вакуума, электроизмерительная техника, определение веса и массы, основы цифровой измерительной техники.

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	Приборы и техника физического эксперимента	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
Приборы и техника физического эксперимента	ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов,	З-1 - Изложить основные приемы и методы проведения исследований и изысканий, которые могут быть использованы для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности З-2 - Характеризовать возможности доступной исследовательской аппаратуры для реализации предложенных приемов и методов решения поставленных прикладных

<p>интерпретацию полученных результатов</p>	<p>инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>З-3 - Описать последовательность действий при обработке и интерпретации полученных результатов исследований и изысканий</p> <p>У-1 - Обосновать выбор приемов, методов и соответствующей аппаратуры для проведения исследований и изысканий, которые позволят решить поставленные прикладные задачи, относящиеся к профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Определять перечень необходимых ресурсов и временные затраты при составлении плана проведения исследований и изысканий</p> <p>У-3 - Анализировать и объяснить полученные результаты исследований и изысканий</p>
<p>ОПК-4 - Способен разрабатывать элементы технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p>	<p>З-1 - Описать области фундаментальных, общинженерных 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>У-1 - Оценить взаимосвязь разрабатываемого элемента с техническим объектом, системой или технологическим процессом в целом</p>
<p>ОПК-6 - Способен выполнять настройку технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</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</p>

		<p>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 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>ПК-3 - Способен сопровождать технологические процессы и эксплуатацию</p>	<p>З-1 - Сформулировать требования по правильной и безопасной эксплуатации измерительных систем</p>

	<p>измерительных систем в области нанотехнологии и микросистемной техники</p>	<p>З-2 - Характеризовать актуальные нормативные требования к технологическим процессам</p> <p>У-1 - Определять оптимальные условия эксплуатации измерительных систем</p> <p>У-2 - Установить ошибки технологического процесса при получении неудовлетворительного результата исследования</p>
--	---	---

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Приборы и техника физического
эксперимента

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Каверин Алексей Михайлович	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	Департамент фундаментальной и прикладной физики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 1 от 18.01.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Каверин Алексей Михайлович, Доцент, Департамент фундаментальной и прикладной физики

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
1	Введение. Необходимые сведения из метрологии	<p>Общие сведения об измерениях. Понятия: физическая величина, измерение, значение, размер. Истинное, измеренное и действительное значения.</p> <p>Средства измерения: мера, прибор, преобразователь, принадлежности, установка, система.</p> <p>Характеристики измерительных приборов: измерительный механизм и отсчетное приспособление, градуировка, диапазоны показаний и измерений, длина и цена деления шкалы, отсчет, показание, чувствительность.</p> <p>Погрешности измерений: абсолютная, относительная, приведенная. Класс точности измерительного прибора (основной случай).</p> <p>Классификация измерительных приборов: (1) По принципу действия; (2) По назначению: эталонные, образцовые и рабочие; (3) По виду показаний: аналоговые, цифровые; (4) По способу образования показаний: показывающие, самопишущие, приборы с наводкой; (5) По способу определения значения измеряемой величины: непосредственной оценки, компарирующие; (6) Остальные признаки классификации.</p> <p>Точность отсчета измеряемой величины по прибору.</p>

		Поверка измерительных приборов.
2	Температурные и электрические измерения	<p>Температура как физическая величина. Температурные шкалы.</p> <p>Жидкостные стеклянные термометры. Принцип действия, устройство, поправки к показаниям. Термометрические жидкости и стекла. Разновидности жидкостных стеклянных термометров.</p> <p>Дилатометрические, биметаллические и манометрические термометры. Принцип действия, устройство, преимущества и недостатки, области применения.</p> <p>Термопары: 1. Нормальный термоэлектрод, термоэлектрические материалы и требования к ним. 2. Классификация и типы термопар. 3. Устройство и конструктивные формы термопар (простейшая, лабораторная, дифференциальная, термобатарея). 4. Изготовление и изоляция спаев, термоэлектродов, и подводящих проводов.</p> <p>Измерение термоэдс: 1. Измерение термоэдс милливольтметром. 2. Компенсационный метод измерения термоэдс. 3. Элементы потенциметрической схемы: нормальный элемент, нуль-гальванометр, реохорд, источник питания, сопротивления. 4. Чувствительность потенциметров. 5. Устройство и типы потенциметров.</p> <p>Термометры сопротивления: 1. Материалы для термометров сопротивления и требования к ним. 2. Устройство термометров сопротивления. Подводящие провода, защитная арматура. 3. Типы термометров сопротивления, их достоинства и недостатки.</p> <p>Методы измерения сопротивления: 1. Потенциметрический. 2. Мостовые: уравновешенный мост, неуравновешенный мост, мост с переходным контактом в диагонали, трехпроводная схема подключения термометра сопротивления. Чувствительность мостовых схем. 3. Источники ошибок и способы их устранения при измерении температуры термометрами сопротивления.</p> <p>Полупроводниковые термометры сопротивления. Материалы, устройство, типы, преимущества и недостатки, области использования</p> <p>Пирометры излучения: 1. Яркостные или оптические пирометры. Оптическая и электрическая схемы, порядок работы. 2. Радиационные пирометры.</p>
3	Измерения давления и вакуума	<p>Давление как физическая величина. Единицы измерения давления.</p> <p>Классификация средств измерения давления.</p> <p>Жидкостные манометры.</p> <p>Пружинные манометры: 1. Манометры с трубчатой пружиной. Принцип действия, устройство, типы, порядок работы, погрешности и поправки. 2. Геликоидальные, мембранные и сильфонные манометры.</p>

		<p>Поршневые манометры. Принцип действия, устройство, порядок работы, поправки к показаниям.</p> <p>Электрические и цифровые манометры (пьезоэлектрические, сопротивления, емкостные).</p> <p>Измерения вакуума. Классификация вакуумметров.</p> <p>Жидкостные вакуумметры.</p> <p>Компрессионные вакуумметры. Принцип действия, устройство, порядок работы, два метода измерения давления, достоинства и недостатки.</p> <p>Деформационные вакуумметры</p> <p>Тепловые вакуумметры: 1. Вакуумметры сопротивления. 2. Термопарные вакуумметры. Принцип действия, устройство, порядок работы.</p> <p>Ионизационные вакуумметры: 1. Электронные ионизационные вакуумметры. Принцип действия, устройство, порядок работы. 2. Ионизационно-термопарные вакуумметры. 3. Магнитные электроразрядные вакуумметры. 4. Радиоизотопные вакуумметры.</p>
4	Измерения веса и массы	<p>Вес и масса как физические величины. Единицы измерения веса и массы.</p> <p>Весы и гири: 1. Общее определение и возможные классификации. 2. Лабораторные весы: аналитические, технические, специальные. 3. Гири. Классификация и типы</p> <p>Простое и точное взвешивание.</p> <p>Факторы, ограничивающие точность взвешивания: значение ускорения свободного падения, архимедова сила, инструментальные погрешности весов, дефекты и погрешности в гирях.</p> <p>Методы и способы взвешивания: непосредственной оценки, сравнения с мерой, противопоставления (прямое противопоставление и способ Гаусса), замещения (способ Бордо и способ Менделеева).</p>
5	Средства измерения времени, линейных и угловых размеров, уровня, состава веществ и характеристик потока жидкости или газа	<p>Краткий обзор средств измерения времени, линейных и угловых размеров, уровня, состава веществ и характеристик потока жидкости или газа</p>
6	Цифровая измерительная техника	<p>Два способа представления информации. Преимущества и недостатки цифрового способа</p> <p>Основные понятия и определения: код числа, дискретизация, квантование, цифровое кодирование, аналого-цифровое преобразование.</p> <p>Структурная схема и общий отличительный признак цифрового измерительного устройства (ЦИУ).</p>

		<p>Виды кодов, применяемые в ЦИУ: натуральный двоичный, прямой код со знаком, двоично-десятичные коды.</p> <p>Пять методов преобразования непрерывных величин в код.</p> <p>Элементная база ЦИУ.</p> <p>Основные функциональные узлы ЦИУ: 1. Триггер: определение, диаграмма счетчика импульсов. 2. Дешифратор. 3. Операционные усилители. 4. Сравнивающее устройство: математическое описание, структурная схема, технические характеристики. 5. Коммутационные элементы (ключи): аналоговые и логические. 6. Цифроаналоговые преобразователи: определение, назначение, принципиальная схема.</p> <p>Цифровые отсчетные устройства (ЦОУ): 1. Составные части ЦОУ: регистр, преобразователь кода, цифровой индикатор. 2. Виды цифровых индикаторов: газоразрядные, электролюминесцентные, жидкокристаллические, вакуумные накаливаемые.</p> <p>Основные технические характеристики ЦИУ: измеряемые величины и диапазоны измерения. разрешающая способность (дискретность, чувствительность, квант), точность, быстродействие, входные сопротивление и ток, помехоустойчивость (виды помех и способы борьбы с ними), надежность.</p> <p>Классификация ЦИУ. ЦИУ прямого и уравнивающего преобразования.</p> <p>Основные виды цифровых приборов: 1. Приборы частотно-временной группы. 2. Вольтметры. 3. Цифровые мосты. 4. Аналого-цифровые преобразователи. 5. Другие приборы.</p> <p>Перспективы развития ЦИУ.</p>
--	--	--

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	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-3 - Способен сопровождать технологические процессы и эксплуатацию измерительных систем в области нанотехнологии и микросистемной техники	У-1 - Определять оптимальные условия эксплуатации измерительных систем

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приборы и техника физического эксперимента

Электронные ресурсы (издания)

1. Панфилович, К. Б.; Физические основы вакуумной техники : учебное пособие.; Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), Казань; 2008; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259035> (Электронное издание)
2. Беркин, , А. Б.; Физические основы вакуумной техники : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2014; <http://www.iprbookshop.ru/45189.html> (Электронное издание)
3. Вострокнутов, , Н. Н.; Цифровые измерительные устройства. Теория погрешностей, испытания, поверка : учебное пособие.; Академия стандартизации, метрологии и сертификации, Москва; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/88718.html> (Электронное издание)
4. Лепявко, А. П.; Цифровые средства измерений давления и температуры : учебное пособие.; Академия стандартизации, метрологии и сертификации, Москва; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135781> (Электронное издание)
5. Романова, Л. А.; Метрологические основы поверки и калибровки средств электрических измерений : учебное пособие.; Академия стандартизации, метрологии и сертификации, Москва; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275595> (Электронное издание)
6. Оппенгейм, А., А., Боев, С. Ф.; Цифровая обработка сигналов; Техносфера, Москва; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233730> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Сергеев, А. Г.; Метрология и метрологическое обеспечение : учебник для вузов.; Высшее образование, Москва; 2008 (20 экз.)
2. Кузнецов, В. А., Кузнецов, В. А.; Общая метрология; ИПК Изд-во стандартов, Москва; 2001 (13 экз.)
3. Иванова, Г. М., Кузнецов, Н. Д., Чистяков, В. С.; Теплотехнические измерения и приборы : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Теплоэнергетика".; МЭИ, Москва; 2005 (59 экз.)
4. ; Основы вакуумной техники : Учеб. для техникумов.; Энергия, Москва; 1975 (11 экз.)
5. Шляндин, В. М.; Цифровые измерительные устройства : Учебник для вузов по специальности "Информ.-измер. техника".; Высшая школа, Москва; 1981 (25 экз.)
6. Кончаловский, В. Ю.; Цифровые измерительные устройства : Учеб. пособие для вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1985 (7 экз.)
7. , Малиновский, В. Н., Евланов, Ю. Н., Демидова-Панферова, Р. М.; Электрические измерения : Учеб. пособие для электротехн. специальностей вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1985 (9 экз.)
8. Гитис, Э. И.; Аналого-цифровые преобразователи : Учеб. пособие для втузов.; Энергоиздат, Москва; 1981 (31 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Электронная библиотека УрФУ [<https://opac.urfu.ru>]

Электронный научный архив УрФУ [<https://elar.urfu.ru>]

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ [<https://study.urfu.ru>]

Зональная научная библиотека УрФУ [<https://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

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приборы и техника физического эксперимента

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность 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 Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		<p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES