

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
имени Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Передовая инженерная школа атомного машиностроения
и систем высокой плотности энергии (ПИШ)

УТВЕРЖДАЮ:
Директор ПИШ

_____ **А.В. Тумасов**

(подпись)

(ф. и. о.)

27 июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

М1.В.ДВ.1.2 «Методы и приборы физических измерений»
для подготовки магистров

Направление подготовки: _____ **14.04.02 "Ядерные физика и технологии"** _____
(код и наименование направления подготовки)

Направленность: _____ **"Ядерное топливо и основное оборудование**
высокотемпературных газовых реакторов " _____
(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

Форма обучения: _____ **очная** _____
(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки: _____ **2023** _____

Выпускающая кафедра: _____ **ЯРиЭУ** _____
(аббревиатура кафедры)

Кафедра-разработчик: _____ **ЯРиЭУ** _____
(аббревиатура кафедры)

Объем дисциплины: _____ **108/3** _____
(часов/з.е.)

Промежуточная аттестация: _____ **Экзамен** _____
(экзамен, зачет с оценкой, зачет)

Разработчик(и): _____ **Добров А.А.** _____
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

Рецензент: Головко В.Ф., д.т.н., профессор кафедры АТС
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

(подпись)

29 мая 2023 г.

Рабочая программа дисциплины М1.В.ДВ.1.2 «Методы и приборы физических измерений» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 14.04.02 «Ядерная физика и технологии», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 28.02.2018 г. № 152 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ, протокол № 22 от 25.05.2023 г.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры разработчика программы протокол от 30.05.2023 г. № 8

Зав. кафедрой, *д.т.н., профессор, Андреев В.В.* _____
подпись

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИЯЭиТФ, где реализуется данная программа,
протокол от 20.06.2023 г. № 23

Председатель УМС, директор ИЯЭиТФ _____ М.А. Легчанов

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 14.04.02-в-17
Начальник МО _____ Н.Р. Булгакова

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ Н.И. Кабанина
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
3.1. ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ.....	5
3.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЁННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП.....	6
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ.....	7
4.2.СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ	8
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	10
5.1.ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ ИЛИ ОПЫТА.....	10
5.2.ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ	11
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	13
6.1.УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПЕЧАТНЫЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ ИЗДАНИЯ БИБЛИОТЕЧНОГО ФОНДА	13
6.2.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	14
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	14
7.1.ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	14
7.2.ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	15
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ.....	15
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	15
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	16
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	16
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА	17
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ	17
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ.....	17
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	18
РЕЦЕНЗИЯ	19

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины является:

- получение знания о физических основах измерения температуры, давления, расхода и уровня жидкости, пара и газа, методологии исследования процессов теплообмена и практических расчетов при проектировании и эксплуатации энергетических установок.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- сформировать общее представление о методах физических измерений, применяемых в научно-исследовательской деятельности и ядерных энергетических установках;
- сформировать представление о принципах работы приборов для физических измерений.
- обучить методологии проведения физических измерений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина (модуль) М1.В.ДВ.1.2 «Методы и приборы физических измерений» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Изучение дисциплины осуществляется на 1-м курсе во 2-м семестре. Кроме дисциплины «Специальные методы измерения и контроля» в формировании компетенций ПК-2 и ПК-4 параллельно участвуют дисциплины: «Топливо и теплоносители газовых ядерных реакторов», «Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок», «Специальные методы измерения и контроля», «Нейтронно-физические характеристики ВТГР», «Кинетика ядерных реакторов», «Специальные вопросы проектирования и эксплуатации биологической защиты ядерных реакторов», «Специальные вопросы проектирования, эксплуатации и утилизации ядерных энергетических установок», «Специальные главы конструирования ядерных установок», «Инженерное проектирование».

Студенты в процессе изучения дисциплины «Специальные методы измерения и контроля» получают необходимые знания в использовании методик измерения различных физических величин, определяющих процессы в энергетических установках, в том числе в высокотемпературных газоохлаждаемых реакторах.

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

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья РПД разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Все это является основой для дальнейшей подготовки студента как высококвалифицированного специалиста в области высокотемпературных газовых реакторов.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Этапы формирования компетенций

В результате освоения дисциплины «Методы и приборы физических измерений» у обучающегося частично формируются компетенции ПК-2, ПК-4 полное формирование которых последовательно осуществляется при изучении других дисциплин и в процессе практической подготовки (таблица 1).

Таблица 1 - Формирование компетенций ПК-2, ПК-4.

Код компетенции	Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами и практиками			
		1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.
ПК-2	Специальные главы конструирования ядерных установок				
	Топливо и теплоносители газовых ядерных реакторов				
	Методы и приборы физических измерений				
	Специальные методы измерения и контроля				
	Нейтронно-физические характеристики ВТГР				
	Кинетика ядерных реакторов				
	Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок				
	Специальные вопросы проектирования и эксплуатации биологической защиты ядерных реакторов				
	Специальные вопросы проектирования, эксплуатации и утилизации ядерных энергетических установок				
	Проектная практика				
	Научно-исследовательская работа				
	Научно-исследовательская работа				
	Преддипломная практика				
	Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР				
ПК-4	Инженерное проектирование				
	Методы и приборы физических измерений				
	Специальные методы измерения и контроля				
	Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок				
	Специальные вопросы проектирования и эксплуатации биологической защиты ядерных реакторов				
	Специальные вопросы проектирования, эксплуатации и утилизации ядерных энергетических установок				
	Преддипломная практика				
	Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР				

3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Профессиональные компетенции ПК-2 и ПК-4 формируется с приобретением знаний, умений и навыков, сформулированных в дескрипторах достижения этих компетенций и с которыми обучающийся готов выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения тех же компетенций (таблица 2).

Таблица 2 - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
		Знать	Уметь	Владеть	Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПК-2. Способен провести расчет, концептуальную и проектную проработку современного оборудования ЯЭУ, исследование теплофизических процессов и свойств реакторных материалов	ИПК-2.2. Использует современные методики расчета, концептуальной и проектной проработки современного оборудования ЯЭУ.	Современные методики расчета и проведения исследований для решения научных и производственных задач в области теплогидравлики.	Выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач в области теплогидравлики.	Навыками проведения экспериментальных исследований в области теплогидравлики с использованием современной техники и методов расчёта и исследования.	Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критерию 1 и 2)	Перечень контрольных вопросов
ПК-4. Способен проектировать, создавать и внедрять новые продукты и системы и применять теоретические знания в реальной инженерной практике	ИПК-4.2. Использует теоретические знания в реальной инженерной практике.	- физические основы и методики измерений; - конструкцию датчиков теплотехнического контроля различного типа.	Выбирать современные технические средства измерения для решения научных и производственных задач.	- навыками практических расчетов при проектировании и эксплуатации энергетических установок; - навыками оценки погрешностей измерений.	Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критерию 1 и 2)	Перечень контрольных вопросов

Освоение дисциплины причастно к освоению ТФ В/01.7 «Контроль обеспечения ядерной, радиационной, технической, пожарной безопасности, требований охраны труда при работе со свежим и отработавшим ядерным топливом в процессе производства электрической и тепловой энергии на атомных станциях» (ПС 24.028 «Специалист ядерно-физической лаборатории в области атомной энергетики»), решает следующие профессиональные задачи:

- Формирование целей проекта (программы) решения задач, критериев и показателей достижения целей, построение структуры их взаимосвязей, выявление приоритетов решения задач с учетом всех аспектов деятельности.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (з.е.) или 108 академических часов, в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем - 40 часов, самостоятельная работа обучающихся - 41 час (таблица 3).

Таблица 3 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ,

Вид учебной работы	Трудоёмкость, ч/з.е.	
	Всего	в том числе в 2 семестре
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость, ч/з.е.	108/3	108/3
1. Контактная работа:	40	40
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	34	34
Занятия лекционного типа (Л)	17	17
Занятия лабораторного типа (ЛР)	17	17
1.2. Внеаудиторная работа, в том числе:	6	6
Консультации по дисциплине	6	6
2. Самостоятельная работа студентов, в том числе:	41	41
Проработка источников информации (повторение пройденного материала, изучение и конспектирование рекомендованной литературы)	21	21
Подготовка к лабораторным занятиям	10	10
Подготовка к экзамену	10	10
3. Контроль	27	27

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тематический план освоения дисциплины по видам учебной деятельности приведен в таблице 4. Здесь указано структурное распределение объемов (в часах) разделов и тем дисциплины по видам учебной работы, аудиторных и внеаудиторных занятий, самостоятельной работы студента и периодического (текущего) контроля.

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов и тем	Виды учебной работы, ч						Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа				Самостоятельная работа студентов	Контроль				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические работы	Контроль самостоятельной работы						
ПК-2 ИПК-2.2 ПК-4 ИПК-4.2	1. Введение: Цель и задачи курса.	1	-	-	-	-	-	п.1 табл. 9 РПД	Лекция	-	-
	2. Измерение температур	2	5	-	2	10	-	п.1 табл. 9 РПД	Работа в малых группах; Индивидуальная защита отчета по лабораторной работе - диалог	-	-
	3. Измерение давления	4	4	-	1	10	-	п.2 табл. 9 РПД	Работа в малых группах; Индивидуальная защита отчета по лабораторной работе - диалог	-	-
	4. Измерение расхода и количества жидкостей, газа, пара и тепла	4	4	-	1	10	-	п.2 табл. 9 РПД п.2 табл. 9 РПД	Работа в малых группах; Индивидуальная защита отчета по лабораторной работе - диалог	-	-
	5. Измерение уровня жидкостей	4	4	-	1	8	-	п.2 табл. 9 РПД п.2 табл. 9 РПД	Работа в малых группах; Индивидуальная защита отчета по лабораторной работе - диалог	-	-
	6. Системы теплотехнического контроля	2	-	-	1	3	-	п.3 табл. 9 РПД, п.4 табл. 9 РПД	Лекция	-	-
	Контроль (подготовка к экзамену)	-	-	-	-	-	27	-	-	-	-
ИТОГО:		17	17	-	6	41	27	108			

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Типовые контрольные вопросы и задания, необходимые для оценки знаний, умений и навыков или опыта деятельности

Таблица 5 – Перечни контрольных вопросов и заданий по темам занятий для проведения текущего контроля успеваемости

Номер темы		Перечни контрольных вопросов и заданий
цикла лекций	лабораторных занятий	
1		Вопросы для обсуждения по теме «Введение. Цель и задачи курса»: 1. Понятие об измерении, виды и методы измерений. 2. Общие сведения о точности измерений и погрешности измерений. 3. Общие сведения о средствах измерений
2	2	Вопросы для обсуждения по теме «Измерение температур»: 1. Термометры, основанные на расширении и изменении давления рабочего тела. 2. Термоэлектрический метод измерения температур. 3. Термометры сопротивления и измерительные приборы к ним. 4. Измерение температуры тела по их тепловому излучению. 5. Погрешности измерения температуры в реальных условиях и способы их учета уменьшения. 6. Выполнение лабораторной работы на тему «Получение индивидуальных статических характеристик термодинамических процессов» 7. Выполнение лабораторной работы на тему «Исследование динамических характеристик датчиков температуры в переходных тепловых процессах»
3	1,2	Вопросы для обсуждения по теме «Измерение давления»: 1. Жидкостные приборы давления с видимым уровнем. 2. Приборы давления с упругими чувствительными элементами. 3. Приборы давления электрические. 4. Дифференциальные манометры. 5. Измерительные преобразователи и схемы дистанционной передачи показаний. 6. Методы измерения давления и разности давлений. 7. Выполнение лабораторной работы на тему «Подключение и калибровка преобразователя давления»
4	3,4	Вопросы для обсуждения по теме «Измерение расхода и количества жидкостей, газа, пара и тепла»: 1. Основные понятия и единицы расхода и количества вещества. 2. Измерение расхода жидкостей, газа и пара по перепаду давления в сужающем устройстве. 3. Измерение скоростей и расхода жидкостей и газов напорными трубками. 4. Расходомеры постоянного перепада давления (Ротаметры) Тахометрические и электромагнитные расходомеры. 5. Ультразвуковые расходомеры. Тепломеры. 6. Выполнение лабораторной работы по теме: «Тарировка пневмометрической трубки» 7. Выполнение лабораторной работы по теме: «Тарировка расходомерного сопла Вентури»
5	5	Вопросы для обсуждения по теме «Измерение уровня жидкостей»: 1. Измерение уровня воды в барабане парогенераторов. 2. Измерение уровня жидкостей в конденсаторах, подогревателях и баках. 3. Уровнемеры с визуальным отсчетом. Гидростатические уровнемеры. Поплавковые и буйковые уровнемеры. Емкостные уровнемеры. Индуктивные уровнемеры. Ультразвуковые уровнемеры. Термокондуктометрические уровнемеры. 4. Выполнение лабораторной работы по теме: «Подключение и тарировка гидростатического уровнемера»
6	-	Вопросы для обсуждения по теме «Системы теплотехнического контроля»: 1. Схемы контроля теплотехнических параметров

		2. Температурные измерения в ядерном реакторе 3. Измерение давления в ядерном реакторе 4. Измерение уровня теплоносителя в оборудовании ядерных энергетических установок
--	--	--

Таблица 6 – Перечень контрольных вопросов для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

№ п/п	Контрольные вопросы для проведения экзамена
1	Общие сведения об измерениях
2	Общие сведения об измерении расхода жидкостей и газов
3	Общие сведения об измерении температур. Температурные шкалы
4	Особенности теплотехнического контроля на ЯЭУ
5	Общие сведения об измерениях уровня жидкостей.
6	Измерение расхода жидкостей и газов по перепаду давления в сужающем устройстве
7	Термоэлектрический метод измерения температур
8	Тепловизоры. Пирометры
9	Система теплотехнического контроля
10	Общие сведения измерения давления и единицы давления
11	Расходомеры постоянного перепада давления
12	Приборы давления с упругими чувствительными элементами
13	Общие вопросы измерения уровня. Уровнемеры
14	Уровнемеры с визуальным отсчетом
15	Ультразвуковые уровнемеры
16	Погрешности измерения температуры и давления

5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Процедуры оценивания формируемых компетенций определяют следующие нормативные документы, разработанные в НГТУ и к которым возможен доступ на сайте учебно-методического управления <https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/uchebno-metodicheskoe-upravlenie> по вкладке «Нормативные документы и локальные акты по обеспечению образовательного процесса НГТУ»:

Положение о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.2/30-18).

В результате изучения дисциплины «Методы и приборы физических измерений» обучающиеся должны приобрести знания, умения и навыки, сформулированные в дескрипторах достижения профессиональных компетенций ПК-2, ПК-4 и с которыми они готовы выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения тех же компетенций (таблица 2). Оценивание формируемых компетенций ПК-2, ПК-4 в процессе текущего контроля знаний осуществляется по критериям и показателям, приведенным в таблице 7.

Таблица 7 – Критерии, показатели и шкала оценивания формируемых компетенций в процессе текущего контроля знаний

Коды		Виды и номера тем занятий	Критерии оценивания компетенций	Показатели оценивания компетенций			
компетенций	индикаторов достижения компетенций			«Отлично»	«Хорошо»	«Удовлетворительно»	«Неудовлетворительно»
ПК-2 ПК-4	ИПК-2.2 ИПК-4.2	Защита отчета по лабораторной работе	<u>Критерий 1</u> Полнота и убедительность ответа или доклада, в том числе и дополнений к ним	Студент полно, логично и без недочетов излагает в своем ответе на вопрос или докладе материал, абсолютно соответствующий темам по плану семинара	Студент излагает материал ответа на вопрос или доклада, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для отметки «5», но допускает 1–2 недочета в последовательности изложения	Студент излагает материал ответа на вопрос или доклада неполно и непоследовательно, допускает ряд недочетов в изложении и несоответствий темам по плану семинара	Студент беспорядочно и неуверенно излагает в своем ответе на вопрос или докладе материал или излагает материал, абсолютно не соответствующий темам по плану семинара, а также отказывается от выступления или доклада
			<u>Критерий 2</u> Степень понимания изученного материала	Студент обнаруживает глубокое понимание излагаемого материала, может обосновать свои суждения, применить знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников, но допускает 1–2 негрубые ошибки, которые сам не допускает ошибок	Студент обнаруживает правильное понимание излагаемого материала, может обосновать свои суждения, применить знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников, но допускает 1–2 негрубые ошибки, которые сам же исправляет	Студент обнаруживает поверхностное понимание излагаемого материала, имеет примитивные знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников, допускает ряд негрубых ошибок, которые сам не может исправить	Студент обнаруживает незнание большей части соответствующего материала ответа на вопрос или доклада по плану семинара, допускает грубые ошибки, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению дескрипторами достижения компетенций ПК-2, ПК-4

В соответствии с пунктом 4.11 Положения о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.2/30-18) по итогам текущего контроля по дисциплине в семестре преподаватель решает вопрос о возможности прохождения студентом промежуточной аттестации по дисциплине. Обучающиеся, не выполнившие минимальные требования по рабочей программе дисциплины (РПД) и имеющие до 50% пропусков занятий, получают оценку «неудовлетворительно» («не зачтено») по данной дисциплине.

В соответствии с пунктом 5.9 Положения о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.2/30-18) во время последней учебной недели проводится зачет со студентами, отнесенными преподавателем к первой категории, т.е. выполнившими минимальные требования по РПД и имеющими менее 50% пропусков занятий (лекций и практических занятий). Студенты, отнесенные ко второй категории, т.е. не выполнившие минимальные требования по РПД и имеющие до 50% и более пропусков занятий (лекций и практических занятий), к зачету не допускаются и получают академическую задолженность по данной дисциплине.

Для выполнения минимальных требований по изучению дисциплины обучающиеся должны иметь только положительные оценки по текущему контролю их знаний на всех занятиях, на которых они присутствовали и выступали с докладами или сообщениями на практических семинарах, включая обязательное присутствие на коллоквиуме.

В соответствии с пунктом 5.10 того же Положения – наиболее успешно обучающимся по дисциплине студентам преподаватель может поставить зачет без опроса (по итогам текущего контроля знаний).

Оценивание формируемых компетенций и по экзамену в целом осуществляется по шкале оценивания, представленной в таблице 8.

Таблица 8 – Шкала оценивания формируемых компетенций в процессе промежуточной аттестации

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « отлично » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « хорошо » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « удовлетворительно » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « неудовлетворительно » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература, печатные и электронные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными и электронными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Таблица 9 – Список учебной литературы, печатных и электронных изданий

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1.	Иванова Г.М.. Теплотехнические измерения и приборы: Учебник/ Г.М. Иванова, Н.Д. Кузнецов, В.С. Чистяков. - 3-е изд., стер. - М.: Изд. дом МЭИ, 2007. - 460 с.	20

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
2.	Преображенский В.П. Теплотехнические измерения и приборы: Учебник/ В.П. Преображенский. - 3-е изд., перераб. - М.: Энергия, 1978. - 704 с.	13
2. Дополнительная литература		
3.	Назаров В.И. Теплотехнические измерения и приборы: Учеб. пособие/ В.И. Назаров, В.А. Чиж, А.Л. Буров. - Минск: Техноперспектива, 2008. - 174 с.	2
4.	Медведева Р.В. Средства измерений: Учебник/ Р.В. Медведева, В.П. Мельников; Под ред. Р.В. Медведева. - М.: Кнорус, 2011. - 233 с.	1

6.2. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

В помощь участникам образовательного процесса (преподавателям и студентам) в НГТУ разработаны следующие учебно-методические документы:

1) Е.Г. Ивашкин, Жукова Л.П. Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования: Учебное пособие / Е.Г. Ивашкин, Л.П. Жукова; НГТУ. – Нижний Новгород, 2014. – 80 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на сайте учебно-методического управления);

2) Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г. Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения: Учебное пособие / Т.И. Ермакова, Е.Г. Ивашкин; НГТУ. – Нижний Новгород, 2013. – 158 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на сайте учебно-методического управления);

3) Жукова Л.П. Методические рекомендации по организации аудиторной работы / Утверждены УМС НГТУ 22.04.2013. - Нижний Новгород, 2013. – 63 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на странице «Учебно-методическое управление» сайта НГТУ);

4) Ермакова Т.И. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине / Утверждены УМС НГТУ 22.04.2013. - Нижний Новгород, 2013. – 35 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на странице «Учебно-методическое управление» сайта НГТУ).

Указанные материалы размещены в электронном виде на сайте учебно-методического управления в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ».

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина, относится к группе дисциплин, в рамках которых предполагается использование информационных технологий как вспомогательного инструмента для выполнения следующих задач:

- оформление результатов выполнения заданий на практических занятиях;
- демонстрация дидактических материалов с использованием мультимедийных технологий;
- использование электронной образовательной среды университета;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты.

7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Сайт научно-технической библиотеки (НТБ):

- главная страница НТБ: <https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/nauchno-tehnicheskaya-biblioteka/resursy>;
- электронная библиотека НГТУ: <https://library.nntu.ru/megapro/web>;
- библиотека электронных учебников: <http://fdp.nntu.ru/книжная-полка/>.

На странице «Ресурсы» сайта НТБ по соответствующим вкладкам возможен доступ к необходимым ресурсам на следующих страницах:

- «Электронная библиотека» по вкладке «Электронный каталог НГТУ»;
- «Книжная полка» по вкладке «Библиотека электронных учебников»;
- «Электронно-библиотечная система «Лань» по вкладке «ЭБС «Лань»;
- «ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА - Студенческая электронная библиотека» по вкладке «ЭБС «Консультант студента»;
- «ЮРАЙТ – образовательная платформа» по вкладке «ЭБС «Юрайт».

Кроме того, со страницы «Ресурсы» сайта НТБ возможен доступ к информационно-аналитическим платформам с информацией о ведущих международных научных публикациях Web of Science и Scopus, а также к реферативным журналам, выбранным из баз данных Всероссийского института научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН) и выписываемым НТБ.

С компьютеров специализированных аудиторий НТБ (ауд. 2201, 2210, 6162) возможен доступ к внешним ресурсам:

- профессиональным справочным системам «Кодекс», «Гарант», «КонсультантПлюс», «Техэксперт»;
- Федеральному информационному фонду стандартов ФГУП «Стандартинформ».

С компьютеров сети НГТУ возможен доступ к базам данных, журналам и коллекциям электронных книг таких зарубежных издательств, как:

- платформа НЭИКОН, включающая 10 издательств;
- Elsevier (журналы Freedom Collection);
- Springer Nature (журналы и коллекции электронных книг);
- Wiley (полнотекстовая коллекция журналов);
- Questel (база данных патентного поиска Orbit Intelligence Premium).

В свободном доступе находятся:

- научная электронная библиотека ELIBRARY.RU: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>;
- научная электронная библиотека «Кибер Ленинка»: <https://cyberleninka.ru/journal/>;
- электронно-библиотечная система издательства «Наука»: <https://www.libnauka.ru/>;
- информационная система доступа к каталогам библиотек сферы образования и науки ЭКБСОН: <http://www.vlibrary.ru/>.

7.2. Перечень программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется программное обеспечение, указанное в таблице 11 раздела 9 настоящей РПД.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. Информация размещена в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации»: <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>.

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№ п/п	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1.	ЭБС «Консультант студента»	Озвучка книг и увеличение шрифта
2.	ЭБС «Лань»	Специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3.	ЭБС «Юрайт»	Версия для слабовидящих

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебный процесс по данной дисциплине обеспечен современным аудиторным и лабораторным фондом. В процессе проведения аудиторных и самостоятельных занятий преподаватели и студенты имеют возможность доступа к информационно-коммуникационной сети «Интернет», как на территории НГТУ, так и вне ее.

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Методы и приборы физических измерений» могут быть использованы материально-техническая база и программное обеспечение, представленные таблице 11.

Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№ п/п	Номера и наименования аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1.	5232 Мультимедийная аудитория для проведения лекционных и практических занятий	1. Доска меловая - 1 шт. 2. Ноутбук HP Intel® Core™ i3-5005U CPU @ 2.00GHz 2.00 GHz 8 Gb - 1 шт. 3. Мультимедийный проектор стационарный потолочный BENQ MW621ST - 1 шт. 4. Экран - 1 шт. 5. Рабочее место студента - 46.	1. Windows 10 Pro для учебных заведений (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18); 2. MS Office 2010 MS Open License, 60853088, Academic; 3. Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.23 до 28.05.24) 4. Распространяемое по свободной лицензии: -OpenOffice.org 2.3.0 Professional, Sun Microsystems Inc. -Google Chrome, версия 49.0.2623.87, бесплатное ПО. -Adobe Acrobat Reader DC-Russian.
2.	№ 5115а Лаборатория "Методы и приборы физических измерений"	Столы лабораторные - 3 шт.; Термоэлектрические преобразователи - 6 шт.; Термометр сопротивления ТСМУ; Преобразователь дифференциального давления; Расходомер Вентури; Турбинный расходомер.	-

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Основными элементами структуры аудиторной работы по дисциплине являются:

- виды аудиторной работы;
- формы аудиторной работы, включающие формы ее выполнения, формы представления ее результатов и формы контроля уровня освоения компетенций ПК-2, ПК-4.

Основными видами аудиторной работы студентов по данной дисциплине являются:

- работа на лекциях;
- выполнение лабораторных работ;

Формами выполнения видов аудиторной работы являются:

- лекции;
- лабораторные работы;
- консультации.

Результаты аудиторной работы представляются в следующих основных формах:

- конспекты;
- рабочие материалы;

Уровень развития компетенций ПК-2, ПК-4 в результате выполнения определенных видов работы оценивается:

- на контрольном опросе по пройденному материалу (знать);
- по результатам выполнения заданий на лабораторных работах и коллоквиуме (уметь, владеть).

Функциональные свойства форм аудиторной работы определены свойствами применяемых технологий, обеспечивающих изучение и освоение объема содержания дисциплины, отнесенного к определенной форме.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих образовательных технологий:

- на лекционных занятиях - проблемные лекции;

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлен зачет по промежуточной аттестации в соответствии с разделом 5.2 настоящей РПД.

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом подлежит защите у преподавателя. При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе; -
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано

в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая:

- контроль по темам лекционных занятий,
- отчет по лабораторным работам,
- решение индивидуальных практических заданий.

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине: экзамен

Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену (ПК-2: ИПК-2.2.):

1. Общие сведения об измерениях
2. Общие сведения об измерении расхода жидкостей и газов
3. Общие сведения об измерении температур. Температурные шкалы
4. Особенности теплотехнического контроля на ЯЭУ
5. Общие сведения об измерениях уровня жидкостей.
6. Измерение расхода жидкостей и газов по перепаду давления в сужающем устройстве
7. Общие вопросы измерения уровня. Уровнемеры
8. Погрешности измерения температуры и давления

Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену (ПК-4: ИПК-4.2):

1. Термоэлектрический метод измерения температур
2. Тепловизоры. Пирометры
3. Система теплотехнического контроля
4. Общие сведения измерения давления и единицы давления
5. Расходомеры постоянного перепада давления
6. Приборы давления с упругими чувствительными элементами
7. Уровнемеры с визуальным отсчетом
8. Ультразвуковые уровнемеры

Пример оформления экзаменационного билета

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
имени Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Передовая инженерная школа атомного машиностроения
и систем высокой плотности энергии (ПИШ)

Кафедра Ядерные реакторы и энергетические установки

Дисциплина Методы и приборы физических измерений

БИЛЕТ № 1

1. Общие сведения об измерениях.

2. Тепловизоры. Пирометры.

Зав. кафедрой ЯРиЭУ

«_____» _____ 2023 г.

Весь комплект экзаменационных билетов по дисциплине «Методы и приборы физических измерений» хранится на кафедре «Ядерные реакторы и энергетические установки» в соответствии с утвержденной номенклатурой дел.

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Методы и приборы физических измерений», реализуемую по основной образовательной программе высшего образования " Ядерное топливо и основное оборудование высокотемпературных газовых реакторов" по направлению подготовки 14.04.02 «Ядерные физика и технологии» (квалификация выпускника «магистр»), разработанную кафедрой «Ядерные реакторы и энергетические установки» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»

Учебная дисциплина «Методы и приборы физических измерений» представляет собой курс, в ходе изучения которого у студентов формируются профессиональные компетенции ПК-2, ПК-4, прописанная в учебном плане по направлению подготовки 14.04.02 «Ядерные физика и технологии». При этом указаны требования к знаниям, умениям и навыкам, полученным в ходе изучения дисциплины, по каждой из формируемых компетенций.

Цели освоения дисциплины, соотносятся с общими целями ОП ВО по направлению подготовки 14.04.02 "Ядерные физика и технологии". В рабочей программе дано описание логической и содержательно-методической взаимосвязи с другими частями ОП ВО (дисциплинами и практиками), представлены междисциплинарные связи с другими теоретическими и практико-ориентированными дисциплинами ОП ВО, к которым относятся «Топливо и теплоносители газовых ядерных реакторов», «Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок», «Специальные методы измерения и контроля», «Нейтронно-физические характеристики ВТГР», «Кинетика ядерных реакторов», «Специальные вопросы проектирования и эксплуатации биологической защиты ядерных реакторов», «Специальные вопросы проектирования, эксплуатации и утилизации ядерных энергетических установок», «Специальные главы конструирования ядерных установок», «Инженерное проектирование».

В процессе изучения учебной дисциплины «Методы и приборы физических измерений» студенты продолжают осваивать указанные профессиональные компетенции, формирование которых начинается на проектной, а завершается на преддипломной практике.

Тематический план изучения дисциплины «Методы и приборы физических измерений», образовательные технологии, оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, перечень основной и дополнительной литературы, программного обеспечения и Интернет-ресурсы, а также материально-техническое обеспечение способствуют планомерному и качественному освоению всех указанных в плане дидактических единиц. К достоинствам рабочей программы можно отнести то, что в план дисциплины включены темы, раскрывающие сущность актуальных на сегодняшний день проблем атомного машиностроения. Рецензируемая рабочая программа дисциплины «Методы и приборы физических измерений» представлена на официальном сайте вуза, отвечает нормативным требованиям федерального и локального уровня и полностью соответствует компетентностно-квалификационной характеристике выпускника указанной ОП ВО.

Наибольшую значимость для студентов придаст привлечение к преподаванию данной учебной дисциплины представителей АО «ОКБМ Африкантов», являющимся крупным научно-производственным центром атомного машиностроения, располагающим многопрофильным конструкторским коллективом, собственной исследовательской, экспериментальной и производственной базой.

Рецензент, Головкин В.Ф., д.т.н., профессор кафедры АТС

(подпись)

«__» _____ 2023 г.