

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор

по учебной работе

_____ Э.Ю. Майкова
« _____ » _____ 202_ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»

«Физические основы измерений и эталоны»

Направление подготовки бакалавров 27.03.01 Стандартизация и метрология

Направленность (профиль) – Стандартизация и подтверждение соответствия

Тип задач профессиональной деятельности – производственно-технологический

Форма обучения – очная и заочная

Химико-технологический факультет

Кафедра «Биотехнологии, химии и стандартизации»

Тверь 202_

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки бакалавров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы:
профессор кафедры БХС

М.Г. Сульман

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БХС
« ____ » _____ 20__ г., протокол № ____.

Заведующий кафедрой

М.Г. Сульман

Согласовано:
Начальник учебно-методического
отдела УМУ

Д.А.Барчуков

Начальник отдела
комплектования
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Физические основы измерений и эталоны» является получение знаний об основных физических законах, лежащих в основе построения средств и методов измерений, всего метрологического обеспечения.

Задачами дисциплины являются:

- формирование знаний о принципах работы, технических характеристики, конструктивных особенностях разрабатываемых и используемых технических измерительных средств и их свойствах; принципах построения средств измерения и их метрологических характеристиках;

- формирование способности анализировать физическое содержание процесса измерений с целью выбора наиболее рациональной схемы их проведения, обеспечивать инженерную оценку выбора средств измерений;

- формирование навыков обработки экспериментальных данных и оценки точности (неопределенности) измерений, испытаний и достоверности контроля, владения методами и средствами технических измерений.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной дисциплине Блока 1 ОП ВО. Для изучения курса требуются знания, полученные студентами при изучении дисциплин: «Физика», «Математика», «Метрология».

Знания, полученные в данном курсе необходимы для последующего изучения таких дисциплин учебного процесса, как «Методы и средства измерений и контроля», «Организация и технология испытаний». Приобретенные знания в рамках данной дисциплины необходимы в дальнейшем при подготовке выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:

ОПК-1. Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-1.1. *Обладает необходимыми знаниями для анализа задач в профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики.*

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

З1.1. Физические законы, лежащие в основе построения методов и средств измерения.

Уметь:

У1.1. Анализировать и решать задачи по построению измерительных схем и обработке полученной информации.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных занятий; выполнение практических занятий; самостоятельная работа под руководством преподавателя.

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1а. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
Общая трудоемкость дисциплины	3	108
Аудиторные занятия (всего)		45
В том числе:		
Лекции		30
Практические занятия (ПЗ)		15
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		63
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к практическим занятиям		40
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		23
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		не предусмотрен
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		0

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1б. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
Общая трудоемкость дисциплины	3	108
Аудиторные занятия (всего)		10
В том числе:		
Лекции		4
Практические занятия (ПЗ)		6
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		94+4(зач)
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы: - изучение теоретической части дисциплины		40
- подготовка к практическим занятиям		30
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		24+4(зач)
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		не предусмотрен
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		0

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2а. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. практикум	Сам. работа
1	Введение. Общие физические подходы.	14	4	-	-	10
2	Построение измерительных систем.	39	12	4	-	23
3	Физическая картина мира.	12	4	2	-	6
4	Погрешности измерений и их природа.	21	4	3	-	14
5	Физико-технические решения в измерениях.	22	6	6	-	10
Всего на дисциплину		108	30	15	-	63

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2б. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. практикум	Сам. работа
1	Введение. Общие физические подходы.	16	2	-	-	14
2	Построение измерительных систем.	33	2	-	-	30+1
3	Физическая картина мира.	13	-	2	-	10+1
4	Погрешности измерений и их природа.	23	-	2	-	20+1
5	Физико-технические решения в измерениях.	23	-	2	-	20+1
Всего на дисциплину		108	4	6	-	94+4(зач)

5.2. Содержание дисциплины

МОДУЛЬ 1 «ВВЕДЕНИЕ. ОБЩИЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ»

Общие понятия. Построение курса. Рекомендуемая литература.

МОДУЛЬ 2 «ПОСТРОЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ»

Методы теории подобия и размерностей. Классические измерительные системы. Стабильность.

МОДУЛЬ 3 «ФИЗИЧЕСКАЯ КАРТИНА МИРА»

Элементы современной физической картины мира. Постоянные необратимые изменения Вселенной и стабильность фундаментальных физических постоянных.

МОДУЛЬ 4 «ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ И ИХ ПРИРОДА»

Фундаментальный источник погрешностей измерений – самодвижение материи и его конкретные проявления – необратимость, инерция, тепловые и квантовые флуктуации, шумы нетеплового происхождения. Соотношения неопределенностей. Принцип дополнительности. Фундаментальные пределы точности измерений.

МОДУЛЬ 5 «ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В ИЗМЕРЕНИЯХ»

Физико-техническое обеспечение инженерных решений проблемы передачи стабильности объектов микромира микроскопическим объектам измерительных приборов и систем. Физические принципы создания современной эталонной базы.

5.3. Лабораторные работы

Учебным планом лабораторные работы не предусмотрены.

5.4. Практические занятия

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3а. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели практических занятий	Примерная тематика занятий и форма их проведения	Трудоемкость в часах
Модуль 1. Цель: изучение принципов измерений	Физика как основа измерительного процесса.	1
Модуль 2. Цель: формирование навыков построения измерительных систем	Построение измерительных систем	2
Модуль 3. Цель: закрепление основных физических понятий	Фундаментальные физические законы.	2
Модуль 4. Цель: изучение теории погрешности	Погрешности и их источники	4
Модуль 5. Цель: формирование навыков построения и анализа измерительных систем	Решение задач по физическим принципам построения измерительных систем.	6

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3б. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели практических занятий	Примерная тематика занятий и форма их проведения	Трудоемкость в часах
Модуль 1. Цель: закрепление основных физических понятий	Физика как основа измерительного процесса.	2

Модуль 2. Цель: изучение теории погрешности	Погрешности и их источники	2
Модуль 3. Цель: формирование навыков построения и анализа измерительных систем	Решение задач по физическим принципам построения измерительных систем	2

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости

6.1. Цели самостоятельной работы

Основными целями самостоятельной работы бакалавров является формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых, рациональных и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к практическим занятиям, к текущему контролю успеваемости; подготовке к зачету.

После вводных лекций, в которых обозначается содержание дисциплины, ее проблематика и практическая значимость, студентам выдаются задания на практические занятия. Студенты выполняют задания в часы СРС в течение семестра в соответствии с освоением учебных разделов. Защита выполненных заданий производится поэтапно в часы практических занятий. Оценивание осуществляется путем устного опроса проводится по содержанию и качеству выполненного задания.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература по дисциплине

1. Рачков, М. Ю. Физические основы измерений : учебное пособие для вузов / М. Ю. Рачков. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 146 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09510-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/513713> (дата обращения: 16.12.2022). - (ID=143956-0)

2. Третьяк, Л. Н. Основы теории и практики обработки экспериментальных данных : учебное пособие для вузов / Л. Н. Третьяк, А. Л. Воробьев ; под общей редакцией Л. Н. Третьяк. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 237 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08623-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/515069> (дата обращения: 16.12.2022). - (ID=146020-0)

3. Сергеев, А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник и практикум для вузов : в 2 ч. Ч. 2 : Стандартизация и сертификация / А.Г. Сергеев, В.В. Терегеря. - 3-е изд. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее

образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-03645-9. - URL: <https://urait.ru/bcode/490837> . - (ID=135081-0)

4. Сергеев, А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник и практикум для вузов : в 2 ч. Ч. 1 : Метрология / А.Г. Сергеев. - 3-е изд. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-03643-5. - URL: <https://urait.ru/bcode/490836> . - (ID=106211-0)

5. Метрология. Стандартизация. Сертификация : учебник для вузов : в составе учебно-методического комплекса / А.В. Архипов [и др.]; под ред. В.М. Мишина. - М. : ЮНИТИ, 2009. - 495 с. - (УМК-У). - Библиогр. в конце разд. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-238-01461-6 : 297 р. - (ID=74075-11)

7.2. Дополнительная литература по дисциплине

1. Земсков, Ю.П. Организация и технология испытаний : учебное пособие / Ю.П. Земсков, Л.И. Назина. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 19.08.2022. - ISBN 978-5-8114-3028-4. - URL: <https://e.lanbook.com/book/213002> . - (ID=134192-0)

2. Кузнецов, Н.Д. Сборник задач и вопросов по теплотехническим измерениям и приборам : учеб. пособие для вузов по спец. "Автоматизация теплоэнергет. процессов" / Н.Д. Кузнецов, В.С. Чистяков. - 2-е изд. ; доп. - М. : Энергоатомиздат, 1985. - 324 с. - Текст : непосредственный. - 1 р. 10 к. - (ID=89330-34)

7.3. Методические материалы

1. Бусаров, Е.В. Физические основы измерений : лаб. практикум / Е.В. Бусаров, Л.В. Илясов; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь : ТвГТУ, 2016. - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-0843-2 : 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/113340> . - (ID=113340-1)

2. Бусаров, Е.В. Физические основы измерений : лаб. практикум / Е.В. Бусаров, Л.В. Илясов; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь : ТвГТУ, 2016. - 95 с. : ил. - Текст : непосредственный. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0843-2 : [б. ц.]. - (ID=113483-70)

3. Приложение к рабочей программе дисциплины базовой части Блока 1 «Физические основы измерений и эталоны» направление подготовки бакалавров 27.03.01 Стандартизация и метрология. Профиль – Стандартизация и сертификация. Семестр 6. Заочная форма обучения : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ССиУК ; разработ. М.Г. Сульман. - Тверь : ТвГТУ, 2016. - (УМК-ПИ). - Текст : электронный. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/122034> . - (ID=122034-0)

4. Учебно-методический комплекс дисциплины «Физические основы измерений и эталоны» направление подготовки бакалавров 27.03.01 Стандартизация и метрология. Направленность (профиль) – Стандартизация и

подтверждение соответствия : ФГОС 3++ / Каф. Стандартизации, сертификации и управления качеством ; сост. М.Г. Сульман. - 2022. - (УМК). - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/122032> . - (ID=122032-1)

7.4. Программное обеспечение по дисциплине

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭК ТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ": сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.). Диск 1, 2, 3, 4. - М.:Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст: электронный. - 119600 р. - (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/122032>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины «Физические основы измерений и эталоны» используются современные средства обучения, возможна демонстрация лекционного материала с помощью проектора. Аудитория для проведения лекционных занятий, проведения защит и презентаций курсовых работ оснащена современной компьютерной и офисной техникой, необходимым программным обеспечением, электронными учебными пособиями и законодательно-правовой поисковой системой, имеющий выход в глобальную сеть.

9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

Учебным планом экзамен по дисциплине не предусмотрен.

9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета

1. Вид промежуточной аттестации в форме зачета.

Вид промежуточной аттестации устанавливается преподавателем:

по результатам текущего контроля знаний и умений обучающегося без дополнительных контрольных испытаний;

по результатам выполнения дополнительного итогового контрольного испытания при наличии у студентов задолженностей по текущему контролю.

2. При промежуточной аттестации без выполнения дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке описываются критерии проставления зачёта:

«зачтено» - выставляется обучающемуся при условии выполнения им всех контрольных мероприятий: посещение лекций в объеме не менее 80% контактной работы с преподавателем, выполнения и защиты заданий на практических занятиях.

При промежуточной аттестации с выполнением заданий дополнительного итогового контрольного испытания студенту выдается билет с вопросами и задачами.

Число заданий для дополнительного итогового контрольного испытания - 20.

Число вопросов – 3 (2 вопроса для категории «знать» и 1 вопрос для категории «уметь»).

Продолжительность – 60 минут.

3. Шкала оценивания промежуточной аттестации – «зачтено», «не зачтено».

4. Критерии выполнения контрольного испытания и условия проставления зачёта:

для категории «знать» (бинарный критерий):

ниже базового - 0 балл;

базовый уровень – 1 балла;

критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 1 балла.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;

«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 1.

5. Для дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке предоставляется:

база заданий, предназначенных для предъявления обучающемуся на дополнительном итоговом контрольном испытании (типовой образец задания приведен в Приложении);

методические материалы, определяющие процедуру проведения дополнительного итогового испытания и проставления зачёта.

6. Задание выполняется письменно и с использованием ЭВМ.

7. База заданий, предъявляемая обучающимся на зачете.

1. Классические измерительные системы.
2. Современная физическая картина мира.
3. Системы единиц физических величин (история, принципы построения, современные подходы).
4. Понятие размерности физической величины.
5. Понятие подобия. Закон подобия Рейнольдса.
6. Принцип неопределенности Гейзенберга.
7. Измерение как процесс.
8. Средства измерений.
9. Измерительное преобразование физических величин.
10. Статические характеристики и погрешности измерительных преобразователей.
11. Характеристики измерительных преобразователей в динамическом режиме.
12. Разновидности погрешностей.
13. Инструментальные и методические погрешности.
14. Основная и дополнительная погрешности средств измерений.
15. Систематические и случайные погрешности.
16. Погрешности адекватности, градуировки и воспроизводимости средств измерений.
17. Полоса погрешности. Реальная и номинальная характеристика средства измерения.
18. Абсолютная, относительная и приведенная погрешности.
19. Аддитивная и мультипликативная погрешности.
20. Погрешность квантования.
21. Методы теории подобия и размерностей.
22. Физические принципы создания современной эталонной базы.
23. Понятие точности измерений.
24. Принцип работы индуктивных измерительных преобразователей.
25. Принцип работы емкостных измерительных преобразователей.
26. Принцип тензометрии.
27. Принцип потециометрии.
28. Принцип работы датчиков температурных измерений.
29. Принцип пирометрии.
30. Принцип построения оптических измерительных систем.
31. Принцип работы термопары.
32. Принцип работы термометров сопротивления.
33. Принцип работы пьезоэлектрических систем.
34. Принцип кондуктометрии.
35. Принцип работы радиоизотопных датчиков.
36. Эффект Холла и его использования для измерений.
37. Принцип работы магниторезисторов.
38. Эффекта Доплера и его использования для измерений.
39. Методы измерения расхода.

40. Методы измерения давления.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках задания, выданного студенту.

9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы

Учебным планом не предусмотрены.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечиваются электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению практических работ, всех видов самостоятельной работы.

В учебный процесс рекомендуется внедрение субъект-субъектной педагогической технологии, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Содержание рабочих программ дисциплин ежегодно обновляется протоколами заседаний кафедры по утвержденной «Положением о структуре, содержании и оформлении рабочих программ дисциплин по образовательным программам, соответствующим ФГОС ВО с учетом профессиональных стандартов» форме.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров – 27.03.01 Стандартизация и метрология
Направленность (профиль) – Стандартизация и подтверждение соответствия
Кафедра «Биотехнологии, химии и стандартизации»
Дисциплина «Физические основы измерений и эталоны»
Семестр 6

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО
ИСПЫТАНИЯ № 1**

1. Задание для проверки уровня «знать» – 0 или 1 балл:
Классические измерительные системы.
2. Задание для проверки уровня «знать» – 0 или 1 балл:
Физические принципы создания современной эталонной базы.
3. Задание для проверки уровня «уметь» – 0 или 1 балл:
Милливольтметр имеет равномерную шкалу, разделенную на 100 интервалов. Нижний предел измерения составляет – 50 мВ, верхний 50 мВА. Определите цену деления шкалы и чувствительность милливольтметра.

Критерии итоговой оценки за зачет:
«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;
«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 1.

Составитель: проф. кафедры БХС

М.Г. Сульман

Заведующий кафедрой БХС

М.Г. Сульман