

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по учебной работе

Э.Ю. Майкова
« ____ » _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений
Блока 1 «Дисциплины (модули)»
«Метрологическое обеспечение систем автоматизации»

Направление подготовки бакалавров 27.03.04 Управление в
технических системах

Направленность (профиль) – Автоматизация и управление
технологическими процессами и производствами

Типы задач профессиональной деятельности – проектно-
конструкторский, сервисно-эксплуатационный

Форма обучения – очная и заочная

Факультет информационных технологий
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»

Тверь 2021

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

Разработчик программы:
профессор кафедры АТП

Л.В. Илясов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АТП
« ____ » _____ 2021 г., протокол № ____.

Заведующий кафедрой

Б.И. Марголис

Согласовано:

Начальник учебно-методического
отдела УМУ

Д.А. Барчуков

Начальник отдела
комплектования
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Метрологическое обеспечение систем автоматизации» является приобретение студентами знаний в области метрологического обеспечения средств автоматизации.

Задачами дисциплины являются:

- **изучение** методов повышения точности измерения и средств измерения;
- **приобретение** знаний в области физических основ эталонов;
- **овладение** методиками составления поверочных схем и выбора технических средств для их реализации.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 ОП ВО. Для изучения курса требуются знания, полученные студентами при изучении дисциплин: «Физика», «Электротехника», «Метрология и измерительная техника».

Знания, получаемые при освоении курса, используются при изучении дисциплин: «Технические средства автоматизации и управления», «Моделирование систем управления», «Автоматический контроль качества».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенции, закреплённые за дисциплиной в ОХОП:

ПК-1. Способен обеспечить функционирование, обслуживание, сопровождение, повышение эффективности и надежности технического, программного, метрологического, информационного и организационного обеспечений АСУТП.

ИПК-1.3. Обеспечивает функционирование, обслуживание, сопровождение, повышение эффективности метрологического обеспечения АСУТП.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

З1. Методы повышения точности измерений и средств измерений.

Уметь:

У1. Применять те или иные методы повышения точности измерения в конкретных случаях.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП1. Применять методы повышения точности в различных системах автоматического контроля.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных занятий и 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	Зачетных единиц	Академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	4	144
Аудиторные занятия (всего)		45
В том числе:		
Лекции		45
Практические занятия (ПЗ)		не предусмотрены
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Самостоятельная работа (всего)		99
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: подготовка к лекционным занятиям		99
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		36 (экз.)
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		0
Практические занятия (ПЗ)		не предусмотрены
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1б. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной
работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
Общая трудоемкость дисциплины	4	144
Аудиторные занятия (всего)		10
В том числе:		
Лекции		10
Практические занятия (ПЗ)		не предусмотрены
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		134=130+4 (зач.)
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: - изучение теоретической части дисциплины		130
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		4

Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		0
Практические занятия (ПЗ)		не предусмотрены
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен

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. работы	Сам. работа
1	Введение. Организационные основы метрологического обеспечения. Измерительный эксперимент.	24	8			16
2	Методы повышения точности измерений и средств измерений	30	10			20
3	Передача размера единиц физических величин	16	4			12
4	Принципы воспроизведения и хранения единиц физических величин	14	4			10
5	Физические основы работы и конструкции эталонов основных и дополнительных единиц СИ	30	9			21
6	Метрологическое обеспечение средств измерений основных технологических параметров систем автоматизации	30	10			20
Всего на дисциплину		144	45			99

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

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

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
1	Введение. Организационные основы метрологического обеспечения. Измерительный эксперимент.	11	1	-	-	10

2	Методы повышения точности измерений и средств измерений.	23	2	-	-	20+1 (зач.)
3	Передача размера единиц физических величин.	22	1	-	-	20+1 (зач.)
4	Принципы воспроизведения и хранения единиц физических величин	23	2	-	-	20+1 (зач.)
5	Физические основы работы и конструкции эталонов основных и дополнительных единиц СИ	42	2	-	-	40
6	Метрологическое обеспечение средств измерений основных технологических параметров систем автоматизации	23	2	-	-	20+1 (зач.)
Всего на дисциплину		144	10	-	-	130+4 (зач.)

5.2. Содержание дисциплины

Модуль 1 «Введение. Организационные основы метрологического обеспечения. Измерительный эксперимент»

Общие сведения о метрологическом обеспечении систем автоматизации. Связь с метрологией. Задачи метрологического обеспечения на этапах производства продукции. Основные термины и понятия.

Организационные основы метрологического обеспечения. Структуры метрологических служб (государственной, ведомственной и службы предприятия) и решаемые ими задачи. Государственная система обеспечения единства измерений. Основные концепции и решаемые задачи.

Измерительный эксперимент. Постулаты теории измерений. Постановка измерительного эксперимента. Методики выполнения измерений. Выбор средств измерений. Обнаружение и исключение систематических погрешностей.

Модуль 2 «Методы повышения точности измерения и средств измерений»

Методы повышения точности измерений и средств измерений, основанные на уменьшении случайной погрешности. Методы повышения точности средств измерений основанные, на уменьшение систематической погрешности и коррекции статической характеристики измерительных устройств.

Модуль 3 «Передача размера единиц физических величин»

Общие принципы передачи размера единиц физических величин. Поверочные схемы (государственные, ведомственные, локальные). Методы поверки средств измерений. Автоматизация поверки измерительных приборов и преобразователей.

Модуль 4 «Принципы воспроизведения и хранения единиц физических величин»

Типы эталонов. Международная система единиц физических величин (СИ). Основные и дополнительные единицы СИ. Производные единицы физических величин и их эталоны.

Модуль 5 «Физические основы и конструкции эталонов основных и дополнительных единиц СИ»

Физические основы и схемы эталонов массы, длины, времени, силы тока, температуры, силы света, плоского угла. Определение единиц и количества вещества. Эталоны давления и напряжения.

Модуль 6 «Метрологическое обеспечение средств измерений основных технологических параметров систем автоматизации»

Схемы и принципы функционирования рабочих эталонов, используемых для поверки средств измерений давления, температуры, уровня, расхода и массы и локальной поверочной схемы.

5.3. Лабораторные работы

Учебным планом лабораторные работы не предусмотрены.

5.4. Практические занятия

Учебным планом практические занятия не предусмотрены.

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости

6.1. Цели самостоятельной работы

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий в области измерительной и аналитической техники.

6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

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

Текущий контроль успеваемости осуществляется с использованием модульно-рейтинговой системы обучения и оценки текущей успеваемости обучающихся.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература по дисциплине

1. Клюев, А.С. Метрология в АСУТП: в составе учебно-методического комплекса / А.С. Клюев, А.С. Лебедев; под общ. ред. А.С. Клюева. - Москва: Испо-Сервис, 2000. - 144 с. - (УМК-У). - Текст: непосредственный. - ISBN 5-283-01665-2: 84 p. - (ID=6090-9)

2. 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. - ISBN 978-5-534-03643-5. - URL: <https://urait.ru/bcode/490836>. - (ID=106211-0)

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. - ISBN 978-5-534-03645-9. - URL: <https://urait.ru/bcode/490837>. - (ID=135081-0)

4. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника: учебник для вузов по напр. подготовки в области техники и технологии / К.К. Ким [и др.]; под ред. К.К. Кима. - Санкт-Петербург [и др.]: Питер, 2008. - 378 с.: ил. - (Учебное пособие). - Библиогр.: с. 359 - 360. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-469-01090-6: 180 р. 29 к. - (ID=73915-79)

5. Смирнов, Ю.А. Контроль и метрологическое обеспечение средств и систем автоматизации. Технические измерения и приборы: учебное пособие для среднего профессионального образования / Ю.А. Смирнов; Смирнов Ю.А. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2020. - ЭБС Лань. - Текст: электронный. - ISBN 978-5-8114-3938-6. - URL: <https://e.lanbook.com/book/131021>. - (ID=136060-0)

7.2. Дополнительная литература по дисциплине

1. Артемьев, Б.Г. Справочное пособие для работников метрологических служб: в 2 кн. Кн. 1 / Б.Г. Артемьев, С.М. Голубев. - 3-е изд.; перераб. и доп. - Москва: Изд-во стандартов, 1990. - 528 с. - Текст: непосредственный. - ISBN 5-7050-0177-3: 3 р. 30 к. - (ID=74796-3)

2. Артемьев, Б.Г. Справочное пособие для работников метрологических служб: в 2 кн.: в составе учебно-методического комплекса. Кн. 2 / Б.Г. Артемьев, С.М. Голубев. - 3-е изд.; перераб. и доп. - Москва: Изд-во стандартов, 1990. - 960 с. - (УМК-У). - Текст: непосредственный. - ISBN 5-7050-0177-3: 2 р. 90 к. - (ID=76095-4)

3. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для студ. вузов, обучающихся по напр. подгот. "Приборостроение", "Оптехника" / Б.Я. Авдеев [и др.]. - 2-е изд.; стер. - М.: Академия, 2008. - 380 с. - (Высшее профессиональное образование. Приборостроение). - Библиогр.: с. 374 - 375. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-7695-5052-2: 263 р. 12 к. - (ID=73099-8)

7.3. Методические материалы

1. Метрология Лекции по дисциплине "Метрологическое обеспечение систем автоматизации": в составе учебно-методического комплекса / Каф. Автоматизация технологических процессов; разработ. Л.В. Илясов. - Тверь, 2016. - (УМК-Л). - Сервер. - Текст: электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/104477>. - (ID=104477-1)

2. Фонд оценочных средств по дисциплине "Метрологическое обеспечение систем автоматизации". Направление подготовки 27.03.04 Управление в технических системах. Профиль: Управление и информатика в технических системах. Заочная форма обучения (прием 2013 года): в составе учебно-методического комплекса / Каф. Автоматизация технологических процессов; сост. Н.И. Иванова. - Тверь, 2016. - (УМК-Э). - Сервер. - Текст: электронный. - (ID=130782-0)

3. Фонд оценочных средств по дисциплине "Метрологическое обеспечение систем автоматизации": в составе учебно-методического комплекса / Каф. Автоматизация технологических процессов; разработ. Л.В. Илясов. - Тверь, 2016. - (УМК-В). - Сервер. - Текст: электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/104691>. - (ID=104691-1)
Практические занятия по дисциплине "Метрологическое обеспечение систем автоматизации": в составе учебно-методического комплекса / Каф. Автоматизация технологических процессов; разработ. Л.В. Илясов. - Тверь, 2016. - (УМК-П). - Сервер. - Текст: электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/104478>. - (ID=104478-1)

4. Экзаменационные вопросы по дисциплине "Метрологическое обеспечение систем автоматизации": в составе учебно-методического комплекса / Тверской государственный технический университет, Кафедра АТП; разработал Л.В. Илясов. - Тверь: ТвГТУ, 2016. - (УМК-Э). - Сервер. - Текст: электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/104476>. - (ID=104476-1)

7.4. Программное и коммуникационное обеспечение

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/90550\(90336\)](https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/90550(90336))

8. Материально-техническое обеспечение

Лекции по курсу «Метрологическое обеспечение систем автоматизации» проводятся в лекционных аудиториях.

9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

9.1. Оценочных 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 контрольных работ.

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.

7. Перечень вопросов дополнительного итогового контрольного испытания:

1. Измерительный эксперимент. Постулаты теории измерений.
2. Методики выполнения измерений.
3. Выбор типа измерений в зависимости от диффузности объекта.
4. Обнаружение и исключение систематических погрешностей.
5. Методы повышения точности измерений.
6. Методы повышения тонности средств измерений.
7. Общие принципы передачи размера физической величины.
8. Поверочные схемы.
9. Автоматизация поверки средств измерений.
10. Классификация эталонов.
11. Международная система единиц физических величин.
12. Эталоны основных и дополнительных физических величин.
13. Эталон массы.
14. Эталон количества вещества.
15. Эталон метра.
16. Эталон времени и частоты.
17. Эталон силы постоянного тока.
18. Эталон температуры.
19. Эталон силы света.
20. Эталон плоского угла.
21. Метрологическое обеспечение средств измерений давления.
22. Метрологическое обеспечение средств измерений температуры.
23. Метрологическое обеспечение средств измерений расхода.
24. Метрологическое обеспечение средств измерений уровня.

Пользование различными техническими устройствами, кроме ЭВМ компьютерного класса и программным обеспечением, необходимым для решения поставленных задач, не допускается. При желании студента

покинуть пределы аудитории во время зачета билет после его возвращения заменяется.

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

9.3. Фонд оценочных средств промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы

Учебным планом курсовая работа и курсовой проект по дисциплине 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, обеспечены электронными учебниками, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению всех видов самостоятельной работы.

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

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Содержание рабочих программ дисциплин ежегодно обновляется протоколами заседаний кафедры по утверждённой «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 – 27.03.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль) – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

Кафедра «Автоматизация технологических процессов»

Дисциплина «Метрологическое обеспечение систем автоматизации»

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ № 1

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 балл:

Принцип действия эталона единиц частоты и времени.

2. Задание для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 балл:

Метод отрицательной обратной связи для повышения точности средств измерений.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 1 балл:

Уметь составлять поверочную схему для средства измерений давления.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;

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

Составитель: профессор кафедры АТП _____ Л.В. Илясов

Заведующий кафедрой: _____ Б.И. Марголис