

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФИО: Макуев Валентин Анатольевич

Мытищинский филиал

Должность: Заместитель директора по учебной работе

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего

Дата подписания: 03.07.2024 09:25:19

Уникальный программный ключ:

образования «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

a0887579b7e63594c87851bc1bb030c7c4482fa1

(национальный исследовательский университет)»

(МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана)



Заместитель директора

по учебной работе

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана

Макуев В.А.

«25» июня 2021 г.

Факультет К «Космический факультет»

Кафедра К2 «Информационно-измерительные

системы и технологии приборостроения»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Метрология

Автор программы:

Поярков Н.Г., доцент (к.н.), кандидат технических наук, royarkov@bmstu.ru

Утверждена на заседании кафедры «Информационно-измерительные системы и технологии приборостроения»

Протокол № 10 заседания кафедры «К2» от 08.06.2021 г.

Начальник Отдела образовательных программ
Шевлякова А.А



Рабочая программа одобрена на 2022/2023 учебный год.

Протокол № 8 заседания кафедры «К2» от 12.04.2022 г.

Лист переутверждения рабочей программы дисциплины / практики.

Рабочая программа одобрена на 2023/2024 учебный год.

Протокол № 8 заседания кафедры «К2» от 12.04.2023 г.

Лист переутверждения рабочей программы дисциплины / практики.

Рабочая программа одобрена на 2024/2025 учебный год.

Протокол № 8 заседания кафедры «К2» от 16.04.2024 г.

Лист переутверждения рабочей программы дисциплины / практики.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	с.
1. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	8
3. Объем дисциплины	9
4. Содержание дисциплины, структурированное по модулям учебной дисциплины с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий	10
5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	18
6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации студентов по дисциплине.....	19
7. Перечень учебной литературы и дополнительных материалов, необходимых для освоения дисциплины	20
8. Перечень ресурсов сети интернет, рекомендуемых для самостоятельной работы при освоении дисциплины.....	21
9. Методические указания для студентов по освоению дисциплины.....	22
10. Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая перечень программного обеспечения, информационных справочных систем и профессиональных баз данных	24
11. Описание материально-технической базы, необходимой для изучения дисциплины..	25

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Настоящая рабочая программа дисциплины устанавливает требования к знаниям и умениям студента, а также определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа разработана в соответствии с:

- Самостоятельно устанавливаемым образовательным стандартом (СУОС 3++) по направлению подготовки (уровень бакалавриата): 27.03.01 «Стандартизация и метрология»;
- Основной профессиональной образовательной программой по направлению подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология»;
- Учебным планом МГТУ им. Н.Э. Баумана по направлению подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология».

При освоении дисциплины планируется формирование компетенций, предусмотренных ОПОП на основе СУОС 3++ по направлению подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология» (уровень бакалавриата)

Код компетенции по СУОС 3++	Формулировка компетенции
	Общепрофессиональные компетенции собственные
ОПКС-2 (27.03.01)	Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин
ОПКС-4 (27.03.01)	Способен осуществлять оценку эффективности результатов разработки в области стандартизации и метрологического обеспечения
	Профессиональные компетенции собственные (обязательные)
ПКСо-1 (27.03.01)	Способен участвовать в планировании работ по стандартизации и метрологическому обеспечению, систематически проверять соответствие применяемых на предприятии (в организации) стандартов, норм и других документов действующим правовым актам и передовым тенденциям развития технического регулирования
ПКСо-2 (27.03.01)	Способен внедрять и разрабатывать техническую документацию в соответствии с действующими нормативными документами в области технического регулирования

Для категорий «знать, уметь, владеть» планируется достижение результатов обучения (РО), вносящих на соответствующих уровнях вклад в формирование компетенций, предусмотренных основной профессиональной образовательной программой (табл. 1).

Таблица 1. Индикаторы достижения компетенции

1	2	3
Компетенция: код по СУОС 3++, формулировка	Индикаторы	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
<p>ОПКС-2 (27.03.01) Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин</p>	<p>ЗНАТЬ - основные законы соответствующих наук, разработанных в них подходов, методов и результатов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования - особенности различных применяемых методов метрологического обеспечения, стандартизации, сертификации, оценки качества продукции и условия их целесообразности применения к продукции конкретной отрасли УМЕТЬ - предлагать систему показателей качества, методов измерения и количественного оценивания свойств качества изделий - выявлять, формулировать, преобразовывать поставленную задачу и принимать верные решения на основе имеющихся знаний, умений и навыков</p>	<p>Лекции Семинары Лабораторные работы Самостоятельная работа (в том числе выполнение курсовой работы) Активные и интерактивные формы (методы) обучения: обсуждение практических примеров на лекциях и семинарах; работа в группах</p>
<p>ОПКС-4 (27.03.01) Способен осуществлять оценку эффективности результатов разработки в области стандартизации и метрологического обеспечения</p>	<p>ЗНАТЬ - мероприятия, обеспечивающие повышение эффективности работ по техническому регулированию и метрологии УМЕТЬ - решать задачи по оценке и исследованию эффективности мероприятий в области технического регулирования и метрологии ВЛАДЕТЬ - навыками обозначения и обоснования наиболее</p>	<p>Лекции Семинары Лабораторные работы Самостоятельная работа (в том числе выполнение курсовой работы) Активные и интерактивные формы (методы) обучения: обсуждение практических примеров на лекциях и семинарах; работа в группах</p>

1	2	3
	<p>эффективных способов в области технического регулирования и метрологии</p>	
<p>ПКСо-1 (27.03.01) Способен участвовать в планировании работ по стандартизации и метрологическому обеспечению, систематически проверять соответствие применяемых на предприятии (в организации) стандартов, норм и других документов действующим правовым актам и передовым тенденциям развития технического регулирования</p>	<p>ЗНАТЬ - правовые основы технического регулирования: ФЗ «О техническом регулировании», ФЗ «О стандартизации», ФЗ «О обеспечении единства измерений» - систему государственного надзора и контроля, межведомственного и ведомственного контроля за качеством продукции, техническими регламентами, стандартами и единством измерений УМЕТЬ - проводить оценку применяемой на предприятии нормативно-технической документации в области технического регулирования и метрологического обеспечения действующим правовым актам и передовым тенденциям развития технического регулирования ВЛАДЕТЬ - навыками применения законодательных и правовых актов в области технического регулирования и метрологии</p>	<p>Лекции Семинары Лабораторные работы Самостоятельная работа (в том числе выполнение курсовой работы) Активные и интерактивные формы (методы) обучения: обсуждение практических примеров на лекциях и семинарах; работа в группах</p>
<p>ПКСо-2 (27.03.01) Способен внедрять и разрабатывать техническую документацию в соответствии с действующими нормативными документами в области технического регулирования</p>	<p>ЗНАТЬ - основы технического регулирования - основы технологии разработки нормативной документации на важнейшие виды стандартизации и метрологической деятельности УМЕТЬ - разрабатывать текстовые конструкторские и эксплуатационные документы на проектируемые изделия, разрабатывать методические и нормативные документы</p>	<p>Лекции Семинары Лабораторные работы Самостоятельная работа (в том числе выполнение курсовой работы) Активные и интерактивные формы (методы) обучения: обсуждение практических примеров на лекциях и семинарах; работа в группах</p>

1	2	3
	<p>- применять законодательные и нормативные правовые акты, методические материалы по метрологии, метрологическому обеспечению, стандартизации и сертификации</p> <p>ВЛАДЕТЬ</p> <p>- навыками разработки методик выполнения измерений, методик сертификационных испытаний</p> <p>- способностью разрабатывать технические задания на создание средств измерений и технологий контроля, поверки и испытаний</p>	

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в блок Б1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы бакалавриата по направлению 27.03.01 «Стандартизация и метрология».

Изучение дисциплины предполагает предварительное освоение следующих дисциплин учебного плана:

- Физика;
- Теория вероятностей и математическая статистика.

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для следующих дисциплин образовательной программы:

- Методы и средства измерений и контроля;
- Законодательная и прикладная метрология;
- Специальные разделы по метрологии, стандартизации, сертификации и системам качества.

Освоение учебной дисциплины связано с формированием компетенций с учетом матрицы компетенций ОПОП для направления (уровень бакалавриата): 27.03.01 Стандартизация и метрология.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общий объем дисциплины составляет 8 зачетных единиц(з.е.), 288 академических часов (216 астрономических часов). В том числе: 1 семестр – 3 з.е. (108 ак.ч.), 2 семестр – 5 з.е. (180 ак.ч.).

Таблица 2. Объем дисциплины по видам учебных занятий (в академических часах)

Виды учебной работы	Объем по семестрам, акад. ч.		
	Всего	Количество семестров освоения дисциплины	
		1	2
Объем дисциплины	288	108	180
Аудиторная работа*	144	72	72
Лекции (Л)	72	36	36
Семинары (С)	54	36	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	0	18
Самостоятельная работа (СР)	144	36	108
Проработка учебного материала лекций	9	4.5	4.5
Подготовка к семинарам	6.75	4.5	2.25
Подготовка к контрольной работе	15	6	9
Выполнение домашнего задания	6	6	0
Подготовка к лабораторным работам	8	0	8
Выполнение курсовой работы	36	0	36
Подготовка к экзамену	30	0	30
Другие виды самостоятельной работы	33.25	15	18.25
Вид промежуточной аттестации		Зачёт	Экзамен ДЗчт

*в том числе, в форме практической подготовки

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО МОДУЛЯМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Таблица 3. Содержание дисциплины

№ п/п	Тема (название) модуля	Виды занятий*, часы				Активные и интерактивные формы проведения занятий		Компетенции, закрепленные за темой (код по СУОС 3++)	Текущий контроль результатов обучения		
		Л	С	ЛР	СР	Форма проведения занятий	Часы		Срок (неделя)	Формы	Баллы (мин/макс)
1 семестр											
1	Основные понятия метрологии, виды измерения, физические величины, средства измерений, метрологические характеристики СИ	12	12	0	12	Обсуждение практических примеров на лекциях и семинарах	2	ОПКС-2, ОПКС-4, ПКСо-1, ПКСо-2	6	Контрольная работа	18/30
										ИТОГО:	18/30
2	Использование СИ, класс точности СИ, погрешность измерений	12	12	0	12	Обсуждение практических примеров на лекциях и семинарах	2	ОПКС-2, ОПКС-4, ПКСо-1, ПКСо-2	12	Контрольная работа	18/30
										ИТОГО:	18/30
3	Метрологическое обеспечение, метрологическая экспертиза, правовые основы метрологической деятельности, поверка и калибровка СИ	12	12	0	12	Обсуждение практических примеров на лекциях и семинарах	2	ОПКС-2, ОПКС-4, ПКСо-1, ПКСо-2	18	Домашнее задание	24/40
										ИТОГО:	24/40
	ИТОГО за семестр	36	36	0	36	-	6	-	-	-	60/100
2 семестр											
4	Обработка результатов измерений, методы исключения результатов с грубыми погрешностями	12	6	10	14	Обсуждение практических примеров на лекциях и семинарах; работа в группах	4	ОПКС-2, ОПКС-4, ПКСо-1, ПКСо-2	6	Лабораторные работы	2/4
										Контрольная работа	10/16
										ИТОГО:	12/20
5	Исключение систематических	12	6	5	14	Обсуждение практических	4	ОПКС-2, ОПКС-4, ПКСо-1,	12	Лабораторная работа	1/2

	погрешностей измерений, статистическая обработка результатов измерений, представление результатов измерений					примеров на лекциях и семинарах; работа в группах		ПКСо-2		Контрольная работа	11/18
										ИТОГО:	12/20
6	Обработка результатов косвенных, совместных и прямых однократных измерений, математические методы планирования и анализа активного эксперимента	12	6	3	14	Обсуждение практических примеров на лекциях и семинарах; работа в группах	2	ОПКС-2, ОПКС-4, ПКСо-1, ПКСо-2	18	Лабораторная работа	1/2
										Контрольная работа	17/28
										ИТОГО:	18/30
7	Курсовая работа	-	-	-	36	-	-	-	-	-	60/100
8	Экзамен	-	-	-	30	-	-	-	-	-	18/30
	ИТОГО за семестр	36	18	18	108	-	10	-	-	-	60/100

*в том числе, в форме практической подготовки

Содержание дисциплины, структурированное по темам (модулям)

№, п/п	Наименование модуля, содержание	Часы
1	«Основные понятия метрологии, виды измерения, физические величины, средства измерений, метрологические характеристики СИ»	
	Лекции	12
1.1	Основные понятия теоретической и практической метрологии: единство измерений, основополагающие условия обеспечения единства измерений. Достоверность измерений, точность измерений	2
1.2	Виды измерений: классификация измерений. Шкала измерений, шкала наименований, шкала порядка, шкала интервалов, шкала отношений	2
1.3	Физические величины как объект измерений: основные величины, система единиц физических величин	2
1.4	Международная система единиц физических величин: метр, килограмм, секунда, ампер, кельвин, моль, кандела	2
1.5	Средства измерений: мера физической величины, измерительный преобразователь, измерительный прибор, измерительная установка и система	2
1.6	Метрологические характеристики СИ: диапазон измерений СИ; стабильность СИ; градуировочная характеристика СИ	2
	Семинары	12
С1.1	Основные понятия теоретической и практической метрологии: единство измерений, основополагающие условия обеспечения единства измерений. Достоверность измерений, точность измерений	2
С1.2	Виды измерений: классификация измерений. Шкала измерений, шкала наименований, шкала порядка, шкала интервалов, шкала отношений	2
С1.3	Физические величины как объект измерений: основные величины, система единиц физических величин	2
С1.4	Международная система единиц физических величин: метр, килограмм, секунда, ампер, кельвин, моль, кандела	2
С1.5	Средства измерений: мера физической величины, измерительный преобразователь, измерительный прибор, измерительная установка и система	2
С1.6	Метрологические характеристики СИ: диапазон измерений СИ; стабильность СИ; градуировочная характеристика СИ	2
	Самостоятельная работа	12
СР1.1	Проработка учебного материала лекций	1.5
СР1.2	Подготовка к семинарам	1.5
СР1.3	Подготовка к контрольной работе	3
СР1.4	Другие виды самостоятельной работы	6
2	«Использование СИ, класс точности СИ, погрешность измерений»	
	Лекции	12
2.1	Использование СИ: стандартизированное и нестандартизированное СИ, узаконенное СИ, тип и вид средств измерений, метрологическая исправность и метрологический отказ СИ	2
2.2	Нормирование погрешностей СИ: основные задачи, решаемые с	2

	помощью нормируемых метрологических характеристик, основные положения, лежащие в основе нормирования погрешностей средств измерений	
2.3	Класс точности СИ и его обозначение: упорядочивание требований к средствам измерений по точности Эталоны и их использование: первичный, вторичный, рабочий эталоны	2
2.4	Погрешность измерений. Источники погрешностей измерений. Классификация погрешностей измерений: абсолютная, относительная, приведенная, случайная, грубая, методическая, инструментальная, субъективная погрешность	2
2.5	Систематические погрешности. Их учет и исключение: классификация систематических погрешностей измерений	2
2.6	Суммарная погрешность измерений: формы представления результатов измерений	2
	Семинары	12
C2.1	Использование СИ: стандартизированное и нестандартизированное СИ, узаконенное СИ, тип и вид средств измерений, метрологическая исправность и метрологический отказ СИ	2
C2.2	Нормирование погрешностей СИ: основные задачи, решаемые с помощью нормируемых метрологических характеристик, основные положения, лежащие в основе нормирования погрешностей средств измерений	2
C2.3	Класс точности СИ и его обозначение: упорядочивание требований к средствам измерений по точности Эталоны и их использование: первичный, вторичный, рабочий эталоны	2
C2.4	Погрешность измерений. Источники погрешностей измерений. Классификация погрешностей измерений: абсолютная, относительная, приведенная, случайная, грубая, методическая, инструментальная, субъективная погрешность	2
C2.5	Систематические погрешности. Их учет и исключение: классификация систематических погрешностей измерений	2
C2.6	Суммарная погрешность измерений: формы представления результатов измерений	2
	Самостоятельная работа	12
CP2.1	Проработка учебного материала лекций	1.5
CP2.2	Подготовка к семинарам	1.5
CP2.3	Подготовка к контрольной работе	3
CP2.4	Другие виды самостоятельной работы	6
3	«Метрологическое обеспечение, метрологическая экспертиза, правовые основы метрологической деятельности, поверка и калибровка СИ»	
	Лекции	12
3.1	Метрологическое обеспечение: технические основы МО, организационные основы МО, основные цели и задачи МО	2
3.2	Метрологическая экспертиза. Порядок проведения метрологической экспертизы на стадиях жизненного цикла изделия: общие положения, задачи МЭ, виды технической документации и соответствующие объекты анализа при МЭ, МЭ	2

	рабочей конструкторской документации и МЭ технологической документации	
3.3	Правовые основы метрологической деятельности: Закон «Об обеспечении единства измерений», цели Закона, ответственность за нарушение законодательства по метрологии	2
3.4	Государственная метрологическая служба в РФ: организационные основы Государственной метрологической службы, Государственный метрологический контроль за средствами измерений, Государственный метрологический надзор	2
3.5	Калибровка средств измерений: Российская система калибровки	2
3.6	Поверка средств измерений: методы поверки (калибровки) и поверочные схемы	2
	Семинары	12
С3.1	Метрологическое обеспечение: технические основы МО, организационные основы МО, основные цели и задачи МО	2
С3.2	Метрологическая экспертиза. Порядок проведения метрологической экспертизы на стадиях жизненного цикла изделия: общие положения, задачи МЭ, виды технической документации и соответствующие объекты анализа при МЭ, МЭ рабочей конструкторской документации и МЭ технологической документации	2
С3.3	Правовые основы метрологической деятельности: Закон «Об обеспечении единства измерений», цели Закона, ответственность за нарушение законодательства по метрологии	2
С3.4	Государственная метрологическая служба в РФ: организационные основы Государственной метрологической службы, Государственный метрологический контроль за средствами измерений, Государственный метрологический надзор	2
С3.5	Калибровка и поверка средств измерений: Российская система калибровки, методы поверки (калибровки) и поверочные схемы	2
С3.6	Ремонт и юстировка СИ: виды ремонта, техническое обслуживание средств измерений и контроля	2
	Самостоятельная работа	12
СР3.1	Проработка учебного материала лекций	1.5
СР3.2	Подготовка к семинарам	1.5
СР3.3	Выполнение домашнего задания	6
СР3.4	Другие виды самостоятельной работы	3
4	«Обработка результатов измерений, методы исключения результатов с грубыми погрешностями»	
	Лекции	12
4.1	Ремонт и юстировка СИ: виды ремонта, техническое обслуживание средств измерений и контроля	2
4.2	Обработка результатов измерений, общая последовательность выполнения обработки результатов измерений: определение точечных оценок закона распределения результатов наблюдений, определение координаты центра распределения	2
4.3	Обработка результатов измерений, общая последовательность выполнения обработки результатов измерений: определение выборочного среднего арифметического, среднее арифметическое 90 %-ной выборки, медиана наблюдений	2

4.4	Обработка результатов измерений, общая последовательность выполнения обработки результатов измерений: срединный размах вариационного ряда, центр размаха, определение оценок среднеквадратичного отклонения	2
4.5	Методы исключения результатов с грубыми погрешностями: критерий Ирвина, критерий Романовского, критерий вариационного размаха	2
4.6	Методы исключения результатов с грубыми погрешностями: критерий Диксона, критерий Смирнова, критерий Шовине	2
	Семинары	6
C4.1	Обработка результатов измерений, общая последовательность выполнения обработки результатов измерений: определение точечных оценок закона распределения результатов наблюдений, определение координаты центра распределения, определение выборочного среднего арифметического, среднее арифметическое 90 %-ной выборки, медиана наблюдений, срединный размах вариационного ряда, центр размаха, определение оценок среднеквадратичного отклонения	2
C4.2	Методы исключения результатов с грубыми погрешностями: критерий Ирвина, критерий Романовского, критерий вариационного размаха, критерий Диксона, критерий Смирнова, критерий Шовине	2
C4.3	Исключение систематических погрешностей измерений: основные способы исключения систематических погрешностей измерений	2
	Лабораторные работы	10
ЛР4.1	Лабораторная работа «Стандартная обработка результатов прямых измерений с многократными наблюдениями»	5
ЛР4.2	Лабораторная работа «Мосты постоянного тока»	5
	Самостоятельная работа	14
СР4.1	Проработка учебного материала лекций	1.5
СР4.2	Подготовка к семинарам	0.75
СР4.3	Подготовка к лабораторным работам	4
СР4.4	Подготовка к контрольной работе	3
СР4.5	Другие виды самостоятельной работы	4.75
5	«Исключение систематических погрешностей измерений, статистическая обработка результатов измерений, представление результатов измерений»	
	Лекции	12
5.1	Исключение систематических погрешностей измерений: основные способы исключения систематических погрешностей измерений	2
5.2	Статистическая обработка результатов измерений: определение точечных оценок исправленных результатов измерений	2
5.3	Статистическая обработка результатов измерений: определение закона распределения результатов измерений	2
5.4	Определение параметров закона распределения результатов измерений по статистическим критериям: проверка нормальности распределения по критерию Пирсона	2
5.5	Определение параметров закона распределения результатов измерений по статистическим критериям: проверка нормальности распределения по составному критерию d, проверка нормальности распределения по критерию Колмогорова А.Н.	2

5.6	Представление результатов измерений: определение доверительных интервалов случайной погрешности, определение границ неисключенной систематической погрешности результата измерений	2
	Семинары	6
C5.1	Статистическая обработка результатов измерений: определение точечных оценок исправленных результатов измерений, определение закона распределения результатов измерений	2
C5.2	Определение параметров закона распределения результатов измерений по статистическим критериям: проверка нормальности распределения по критерию Пирсона, проверка нормальности распределения по составному критерию d, проверка нормальности распределения по критерию Колмогорова А.Н.	2
C5.3	Представление результатов измерений: определение доверительных интервалов случайной погрешности, определение границ неисключенной систематической погрешности результата измерений, правила округления результатов измерений, формы представления результатов измерений, запись результата измерений при прямых измерениях	2
	Лабораторные работы	5
ЛР5.1	Лабораторная работа «Компенсаторы постоянного тока»	5
	Самостоятельная работа	14
СР5.1	Проработка учебного материала лекций	1.5
СР5.2	Подготовка к семинарам	0.75
СР5.3	Подготовка к лабораторным работам	2
СР5.4	Подготовка к контрольной работе	3
СР5.5	Другие виды самостоятельной работы	6.75
6	«Обработка результатов косвенных, совместных и прямых однократных измерений, математические методы планирования и анализа активного эксперимента»	
	Лекции	12
6.1	Представление результатов измерений: правила округления результатов измерений, формы представления результатов измерений, запись результата измерений при прямых измерениях	2
6.2	Обработка результатов косвенных измерений: обработка результатов косвенных измерений при линейной зависимости, представление результатов измерений	2
6.3	Обработка результатов косвенных измерений: обработка результатов косвенных измерений при нелинейной зависимости: метод линеаризации, метод приведения	2
6.4	Обработка результатов совместных измерений: проверка статистической гипотезы об адекватности модели	2
6.5	Обработка результатов измерений при прямых однократных измерениях: алгоритм обработки результатов измерений	2
6.6	Математические методы планирования и анализа активного эксперимента: проверка гипотезы о нормальном законе распределения погрешностей эксперимента, проверка гипотезы о воспроизводимости опытов: проверка гипотезы о воспроизводимости с помощью критерия Кочрена, проверка гипотезы с помощью критерия Бартлетта	2
	Семинары	6

С6.1	Обработка результатов косвенных измерений: обработка результатов косвенных измерений при линейной зависимости, представление результатов измерений, обработка результатов косвенных измерений при нелинейной зависимости: метод линеаризации, метод приведения	2
С6.2	Обработка результатов совместных измерений: проверка статистической гипотезы об адекватности модели	2
С6.3	Обработка результатов измерений при прямых однократных измерениях. Математические методы планирования и анализа активного эксперимента: проверка гипотезы о нормальном законе распределения погрешностей эксперимента, проверка гипотезы о воспроизводимости опытов: проверка гипотезы о воспроизводимости с помощью критерия Кочрена, проверка гипотезы с помощью критерия Бартлетта	2
	Лабораторные работы	3
ЛР6.1	Лабораторная работа «Электронный осциллограф»	3
	Самостоятельная работа	14
СР6.1	Проработка учебного материала лекций	1.5
СР6.2	Подготовка к семинарам	0.75
СР6.3	Подготовка к лабораторным работам	2
СР6.4	Подготовка к контрольной работе	3
СР6.5	Другие виды самостоятельной работы	6.75
7	Курсовая работа	36
СР7.1	Выполнение курсовой работы	36
8	Экзамен	30
СР8.1	Подготовка к экзамену	30

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа студентов по дисциплине обеспечивается следующими учебно-методическими материалами:

1. Рабочая программа дисциплины.
2. Учебная литература и дополнительные материалы [Раздел 7 Рабочей программы дисциплины].
3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» [Раздел 8 Рабочей программы дисциплины].
4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины [Раздел 9 Рабочей программы дисциплины], обеспечивающие самостоятельную работу студента при подготовке к учебным занятиям, выполнении домашних работ, подготовке к контрольным мероприятиям и аттестациям.
5. Комплект индивидуальных заданий.

Студенты получают доступ к указанным материалам начиная с первого занятия по дисциплине.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине базируется на перечне компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы (раздел 1). ФОС обеспечивает объективный контроль достижения всех результатов обучения, запланированных для дисциплины.

ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, владений и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана.

ФОС является приложением к данной рабочей программе дисциплины.

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Литература по дисциплине

1. Леонов, О. А. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для вузов / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, В. В. Карпузов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 196 с. — ISBN 978-5-8114-7290-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/173059>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Назаров Н. Г. Метрология. Основные понятия и математические модели : учеб. пособие для вузов / Назаров Н. Г. - М. : Высш. шк., 2002. - 347 с. : ил. - Библиогр.: с. 344. - ISBN 5-06-004070-4. Библиотека МГТУ им. Н.Э. Баумана. Общий фонд - 57экз.
3. Подувальцев В. В. Законодательная метрология : учеб. пособие для вузов / Подувальцев В. В. - [2-е изд., испр. и доп.]. - М. : Университетская книга, 2017. - 301 с. : ил. - Библиогр.: с. 242-244. - ISBN 978-5-98699-205-1. Библиотека МГТУ им. Н.Э. Баумана. Общий фонд – 150 экз.

Дополнительные материалы

4. Сергеев А. Г., Латышев М. В., Терегеря В. В. Метрология. Стандартизация. Сертификация : учеб. пособие для вузов / Сергеев А. Г., Латышев М. В., Терегеря В. В. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Логос, 2005. - 558 с. : ил. - (Новая университетская библиотека). - Библиогр.: с. 557-558. - ISBN 5-94010-341-3. Библиотека МГТУ им. Н.Э. Баумана. Общий фонд - 11экз.

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ СЕТИ ИНТЕРНЕТ, РЕКОМЕНДУЕМЫХ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Сайт кафедры «Информационно-измерительные системы и технологии приборостроения»:
<https://mf.bmstu.ru/info/faculty/kf/caf/k2/>
2. Российская государственная библиотека. <http://www.rsl.ru>.
3. Государственная публичная научно-техническая библиотека России.
<http://www.gpntb.ru>.
4. Библиотека МГТУ им. Н.Э. Баумана. <http://library.bmstu.ru>.
5. Научно-техническая библиотека КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. <http://library.bmstu-kaluga.ru>.
6. Научная электронная библиотека <http://eLIBRARY.RU>.
7. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» <http://e.lanbook.com>.
8. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»
<http://biblioclub.ru>.
9. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>.
10. Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Юрайт» <https://biblio-online.ru>.
11. Центральная библиотека образовательных ресурсов Минобрнауки РФ. www.edulib.ru.
12. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru>.
13. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. <http://fcior.edu.ru>.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Приступая к работе, каждый студент должен принимать во внимание нижеследующие положения.

Дисциплина построена по модульному принципу, каждый модуль представляет собой логически завершённый раздел курса. В первом семестре три модуля. Во втором семестре четыре модуля (включая экзамен), выполняется курсовая работа.

На первом занятии студент получает информацию для доступа к комплексу учебно-методических материалов по дисциплине.

Лекционные занятия посвящены рассмотрению ключевых, базовых положений курса и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную проработку.

Семинарские занятия проводятся для закрепления усвоенной информации, приобретения навыков ее применения для решения практических задач в предметной области дисциплины.

Лабораторные работы предназначены для приобретения опыта практической реализации основной профессиональной образовательной программы. Методические указания к лабораторным работам прорабатываются студентами во время самостоятельной подготовки. Необходимый уровень подготовки контролируется перед проведением лабораторных работ.

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения практических занятий, лабораторных работ и индивидуальных и(или) групповых консультаций, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка может включать в себя отдельные занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Самостоятельная работа студентов включает следующие виды: в первом семестре проработка учебного материала лекций, подготовка к семинарам, подготовка к контрольной работе, выполнение домашнего задания, во втором семестре проработка учебного материала лекций, подготовка к семинарам, подготовка к лабораторным работам, выполнение курсовой работы, подготовка к экзамену, подготовка к контрольной работе. Результаты всех видов работы студентов формируются в виде их личного рейтинга, который учитывается на промежуточной аттестации. Самостоятельная работа предусматривает не только проработку материалов лекционного курса, но и их расширение в результате поиска, анализа, структурирования и представления в компактном виде современной информации из всех возможных источников.

Текущий контроль проводится в течение каждого модуля, его итоговые результаты складываются из оценок по следующим видам контрольных мероприятий:

- Контрольная работа
- Домашнее задание.

Освоение дисциплины и ее успешное завершение на стадии промежуточной аттестации возможно только при регулярной работе во время семестра и планомерном прохождении текущего контроля. Набрать рейтинг по всем модулям в каждом семестре, пройти по каждому модулю плановые контрольные мероприятия в течение экзаменационной сессии невозможно.

Для завершения работы в семестре студент должен выполнить все контрольные мероприятия.

Промежуточная аттестация по результатам первого семестра по дисциплине проходит в форме зачета. Промежуточная аттестация по результатам второго семестра проходит в форме дифференцированного зачетаэкзамена, контролирующего освоение

ключевых, базовых положений дисциплины, составляющих основу остаточных знаний по ней.

Методика оценки по рейтингу

Студент, выполнивший все предусмотренные учебным планом задания и сдавший все контрольные мероприятия, получает итоговую оценку по дисциплине за семестр в соответствии со шкалой:

Рейтинг	Оценка на экзамене	Оценка на зачете
85 – 100	отлично	Зачтено
71 – 84	хорошо	Зачтено
60 – 70	удовлетворительно	Зачтено
0 – 59	неудовлетворительно	Не зачтено

Оценивание дисциплины ведется в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ

Информационные технологии:

- Электронная информационно-образовательная среда МГТУ им. Н.Э. Баумана обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), программам практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), программах практик, формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы. Предусмотрена возможность синхронного и асинхронного взаимодействия студентов и преподавателей посредством технологий и служб по пересылке и получению электронных сообщений между пользователями компьютерной сети Интернет.
- e-mail преподавателя для оперативной связи: royarkov@bmstu.ru

Программное обеспечение:

- Excel
- Mathcad
- PowerPoint
- Word

Информационные справочные системы:

- Информационно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>;
- Информационно-правовая система «Консультант Плюс» <http://www.consultant.ru>;
- Наименование 3

Профессиональные базы данных:

- Ресурс «Машиностроение» <http://www.i-mash.ru>.
- Портал машиностроения <http://www.mashportal.ru>.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень материально-технического обеспечения дисциплины

№, п/п	Вид занятий	Вид и наименование оборудования
1	Лекции	специально оборудованные аудитории с мультимедийными средствами, средствами звуковоспроизведения и имеющими выход в сеть Интернет; помещения для проведения аудиторных занятий, оборудованные учебной мебелью; аудитории оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и сети Интернет; студии; компьютерные классы.
2	Семинары	специально оборудованные аудитории с мультимедийными средствами, средствами звуковоспроизведения и имеющими выход в сеть Интернет; помещения для проведения аудиторных занятий, оборудованные учебной мебелью; аудитории оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и сети Интернет; студии; компьютерные классы.
3	Лабораторные работы	специально оборудованные аудитории с мультимедийными средствами, средствами звуковоспроизведения и имеющими выход в сеть Интернет; помещения для проведения аудиторных занятий, оборудованные учебной мебелью; аудитории оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и сети Интернет; студии; компьютерные классы.
4	Самостоятельная работа	библиотека, имеющая рабочие места для студентов; выставочные залы; аудитории, оснащенные компьютерами с доступом к сети Интернет. Социокультурное пространство университета позволяет студенту качественно выполнять самостоятельную работу.

ЛИСТ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ

1). П.7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:

7. Перечень учебной литературы и дополнительных материалов, необходимых для освоения дисциплины

Литература по дисциплине:

1. Назаров Н. Г. Метрология. Основные понятия и математические модели : учеб. пособие для вузов / Назаров Н. Г. - М. : Высш. шк., 2002. - 347 с. : ил. - Библиогр.: с. 344. - ISBN 5-06-004070-4.
2. Леонов О. А., Шкаруба Н. Ж., Карпузов В. В. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник / Леонов О. А., Шкаруба Н. Ж., Карпузов В. В. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб. : Лань, 2021. - 195 с. : рис. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 188-193. - ISBN 978-5-8114-7290-1.
3. Подувальцев В. В. Законодательная метрология : учеб. пособие для вузов / Подувальцев В. В. - [2-е изд., испр. и доп.]. - М. : Университетская книга, 2017. - 301 с. : ил. - Библиогр.: с. 242-244. - ISBN 978-5-98699-205-1.

2). П.10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:

10. Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая перечень программного обеспечения, информационных справочных систем и профессиональных баз данных

Программное обеспечение:

- LibreOffice
- Mathcad
- OpenOffice

Преподаватель кафедры:

Поярков Н.Г., доцент (к.н.), кандидат технических наук, royarkov@bmstu.ru

ЛИСТ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ

1). П.7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:

7. Перечень учебной литературы и дополнительных материалов, необходимых для освоения дисциплины

Литература по дисциплине:

1. Назаров Н. Г. Метрология. Основные понятия и математические модели : учеб. пособие для вузов / Назаров Н. Г. - М. : Высш. шк., 2002. - 347 с. : ил. - Библиогр.: с. 344. - ISBN 5-06-004070-4.
2. Подувальцев В. В. Законодательная метрология : учеб. пособие для вузов / Подувальцев В. В. - [2-е изд., испр. и доп.]. - М. : Университетская книга, 2017. - 301 с. : ил. - Библиогр.: с. 242-244. - ISBN 978-5-98699-205-1.

2). П.10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:

10. Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая перечень программного обеспечения, информационных справочных систем и профессиональных баз данных

Программное обеспечение:

- LibreOffice
- Mathcad
- OpenOffice

Преподаватель кафедры:

Поярков Н.Г., доцент (к.н.), кандидат технических наук, royarkov@bmstu.ru

ЛИСТ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ

1). П.7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:

7. Перечень учебной литературы и дополнительных материалов, необходимых для освоения дисциплины

Литература по дисциплине:

1. Назаров Н. Г. Метрология. Основные понятия и математические модели : учеб. пособие для вузов / Назаров Н. Г. - М. : Высш. шк., 2002. - 347 с. : ил. - Библиогр.: с. 344. - ISBN 5-06-004070-4.
2. Подувальцев В. В. Законодательная метрология : учеб. пособие для вузов / Подувальцев В. В. - [2-е изд., испр. и доп.]. - М. : Университетская книга, 2017. - 301 с. : ил. - Библиогр.: с. 242-244. - ISBN 978-5-98699-205-1.

2). П.10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:

10. Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая перечень программного обеспечения, информационных справочных систем и профессиональных баз данных

Программное обеспечение:

- LibreOffice
- Mathcad
- OpenOffice

Преподаватель кафедры:

Поярков Н.Г., доцент (к.н.), кандидат технических наук, royarkov@bmstu.ru