

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО
Директор института магистратуры


И.В. Яроменко
« 20 »  2021 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор института ЭИТУС


А.В. Белоусов
« 20 »  2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

Методы обработки результатов измерений

направление подготовки (специальность):

27.04.01 Стандартизация и метрология

Направленность программы (профиль, специализация):

Стандартизация и метрология

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра стандартизации и управления качеством

Белгород 2021

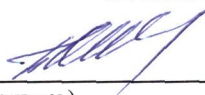
Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - магистратура по направлению подготовки 27.04.01 Стандартизация и метрология, утвержденного приказа Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 11 августа 2020 года № 943
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

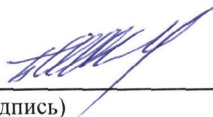
Составитель (составители): к.т.н., проф.  (О.В. Пучка)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 28 » апреля 20 21 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой: к.т.н., проф.  (О.В. Пучка)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой стандартизации и управления качеством

Заведующий кафедрой: к.т.н., проф.  (О.В. Пучка)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 28 » апреля 20 21 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 20 » мая 20 21 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доцент  (А.Н. Семернин)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способен организовать работу по метрологическому обеспечению организации	ПК-4.4 Применяет специальные программные продукты для обработки результатов измерений	<p>Знать: необходимую документацию для проведения метрологического обеспечения ;</p> <p>Уметь: выбирать и обосновывать способы проведения метрологического обеспечения;</p> <p>Владеть: навыками интерпретации результатов оценки метрологического обеспечения предприятия;</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-4 Способен организовать работу по метрологическому обеспечению организации

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Методы обработки результатов измерений

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единиц, 144 часов.

Форма промежуточной аттестации зачет
(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	71	71
лекции	34	34
лабораторные	-	-
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	3	3
Самостоятельная работа студентов,	73	73

включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:		
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	55	55
Экзамен	-	-

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 2 Семестр 3

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1 Нормативная база метрологического обеспечения					
	Основные документы, регламентирующие порядок организации метрологического обеспечения	4	4		4
2 Общие сведения об измерениях					
	Основные понятия. Сведения об измерениях и погрешностях. Нормирование погрешностей измерений. Обнаружение и устранение систематических погрешностей. Общая характеристика случайных погрешностей измерений.	6	6		8
3 Элементы теории вероятностей в применении к обработке результатов					
	Относительная частота. Вероятность события. Теорема сложения вероятностей. Теорема умножения вероятностей. Закон распределения вероятностей при многократных испытаниях . предельный закон Муавра-Лапласа.	4	4		4
4 Случайные величины					
	Параметры распределения случайной величины. Применение элементов теории вероятностей к результатам измерений. Понятие о распределениях, отличных от нормального.	4	4		4
5 Обработка и оценка точности результатов					
	Задачи обработки результатов многократно измеренной величины. Обработка результатов прямых	4	4		8

	равноточных измерений, содержащих случайные погрешности. Оценка точности прямых равноточных измерений. Порядок обработки прямых равноточных измерений.				
6 Обработка и оценка точности результатов неравноточных измерений					
	Неравноточные измерения. Вероятнейшее значение многократно и неравноточно измеренной величины. Оценка точности неравноточных результатов измерений по известным дисперсиям; по средним арифметическим значениям групп измерений	4	4		4
7 Обработка и оценка точности результатов двойных и косвенных измерений					
	Оценка точности двойных равноточных измерений. Оценка точности по разностям двойных неравноточных измерений. Обработка и оценка результатов косвенных измерений.	4	4		4
8 Метод наименьших квадратов					
	Сущность совместной обработки результатов нескольких измеренных величин. Вероятностный смысл принципа наименьших квадратов. Сущность уравнивательных вычислений. Составление нормальных уравнений.	4	4		5
	ВСЕГО	34	34		41

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 3				
1	Правила приближенных вычислений	Приближенные числа, их округление и правильное написание	2	2
2		Погрешности округления	2	2
3		Вычисления с приближенными числами	2	2
4		Решение нормальных уравнений	3	3
5		Оценка точности неравноточных измерений	4	4
6	Обработка и оценка точности результатов	Обработка результатов прямых равноточных измерений, содержащих случайные погрешности.	3	3
7		Оценка точности прямых равноточных измерений.	4	4
8		Порядок обработки прямых равноточных измерений.	2	2
9		Порядок обработки результатов косвенных измерений	4	4
10	Обработка результатов повторных испытаний	Повторение испытаний (биномиальное распределение)	6	6
11		Вероятнейшее число повторений при определенном числе испытаний	2	2
ИТОГО:			34	34
ВСЕГО:			68	68

4.3. Содержание лабораторных занятий

Учебным планом не предусмотрено выполнение студентами лабораторных работ.

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Учебным планом не предусмотрено выполнение студентами курсовых проектов и работ.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

На выполнение РГЗ предусмотрено 18 часов самостоятельной работы студента.

Цель задания: закрепить знания и навыки по методам обработки результатов измерений.

Структура работы. Задание, включает выбор метода обработки результатов, полученных в ходе расчетов физических величин. Рассматривается методологический подход к решению поставленных в задании вопросов и их правильное оформление.

Оформление индивидуального домашнего задания. РГЗ предоставляется преподавателю для проверки в виде отчета, на бумажных листах в формате А4. Отчет должен иметь следующую структуру: титульный лист; содержание; теоретическое задание; практическая часть; список использованной литературы. Решение задач РГЗ должно сопровождаться необходимыми комментариями, т.е. все основные моменты процесса решения задания должны быть раскрыты и обоснованы на основе соответствующих теоретических положений. Срок сдачи РГЗ определяется преподавателем.

Примеры тем теоретического задания

- Обработка результатов прямых равноточных измерений, содержащих случайные погрешности.
- Оценка точности прямых равноточных измерений.
- Порядок обработки неравноточных измерений.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ПК-4 Способен организовать работу по метрологическому обеспечению организации

(код и формулировка компетенции)

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-4.4 Применяет специальные программные продукты для обработки результатов измерений	Выполнение и защита ИДЗ, собеседование, зачет

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена / дифференцированного зачета / зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Нормативная база метрологического обеспечения (ПК-4.4)	1. Основные документы, регламентирующие порядок организации метрологического обеспечения
2	Общие сведения об измерениях (ПК-4.4)	1. Сведения об измерениях и погрешностях. 2. Нормирование погрешностей измерений. 3. Обнаружение и устранение систематических погрешностей. 4. Общая характеристика случайных погрешностей измерений.
3	Элементы теории вероятностей в применении к обработке результатов (ПК-4.4)	1. Относительная частота. 2. Вероятность события. 3. Теорема сложения вероятностей. 4. Теорема умножения вероятностей. 5. Закон распределения вероятностей при многократных испытаниях . 6. Предельный закон Муавра-Лапласа.
4	Случайные величины (ПК-4.4)	1. Параметры распределения случайной величины. 2. Применение элементов теории вероятностей к результатам измерений. 3. Понятие о распределениях, отличных от нормального.
5	Обработка и оценка точности результатов неравноточных измерений (ПК-4.4)	1. Неравноточные измерения. 2. Вероятнейшее значение многократно и неравноточно измеренной величины. 3. Оценка точности неравноточных результатов измерений по известным дисперсиям; по средним арифметическим значениям групп измерений
6	Обработка и оценка точности результатов (ПК-4.4)	1. Задачи обработки результатов многократно измеренной величины. 2. Обработка результатов прямых равноточных измерений, содержащих случайные погрешности. 3. Оценка точности прямых равноточных измерений. 4. Порядок обработки прямых равноточных измерений.
7	Обработка и оценка точности результатов двойных и косвенных измерений (ПК-4.4)	1. Оценка точности двойных равноточных измерений. 2. Оценка точности по разностям двойных неравноточных измерений. 3. Обработка и оценка результатов косвенных измерений.
8	Метод наименьших квадратов (ПК-4.4)	1. Сущность совместной обработки результатов нескольких измеренных величин. 2. Вероятностный смысл принципа наименьших квадратов. 3. Сущность уравнительных вычислений. Составление нормальных уравнений.

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено выполнение студентами курсовых проектов и работ.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

С целью текущего контроля и подготовки студентов к изучению новой темы вначале каждого практического занятия преподавателем проводится опрос по выполненным заданиям предыдущей темы.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Нормативная база метрологического обеспечения (ПК-4.4)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Перечислите основные документы, регламентирующие порядок организации метрологического обеспечения. 2. Что включает нормативная база МО?
2	Общие сведения об измерениях (ПК-4.4)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Перечислите основные сведения об измерениях 2. Назовите основные погрешности измерений. 3. Как нормируются погрешности измерений? 4. Как обнаружить и устранить систематические погрешности? 5. Что представляют из себя случайные погрешности измерений?
3	Элементы теории вероятностей в применении к обработке результатов (ПК-4.4)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое относительная частота? 2. Как определяется вероятность события? 3. Назовите теорему сложения вероятностей. 4. Теорема умножения вероятностей. 5. Закон распределения вероятностей при многократных испытаниях . 6. Предельный закон Муавра-Лапласа.
4	Случайные величины (ПК-4.4)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите параметры распределения случайной величины. 2. Применение элементов теории вероятностей к результатам измерений. 3. Понятие о распределениях, отличных от нормального.
5	Обработка и оценка точности результатов неравноточных измерений (ПК-4.4)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие измерения относятся к неравноточным. 2. Вероятнейшее значение многократно и неравноточно измеренной величины. 3. Оценка точности неравноточных результатов измерений по известным дисперсиям. 4. Оценка точности по средним арифметическим значениям групп измерений.
6	Обработка и оценка точности результатов (ПК-4.4)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Задачи обработки результатов многократно измеренной величины. 2. Обработка результатов прямых равноточных измерений, содержащих случайные погрешности. 3. Оценка точности прямых равноточных измерений. 4. Назовите порядок обработки прямых равноточных

		измерений.
7	Обработка и оценка точности результатов двойных и косвенных измерений (ПК-4.4)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Как оценить точность двойных равноточных измерений? 2. Оценка точности по разностям двойных неравноточных измерений. 3. Обработка и оценка результатов косвенных измерений.
8	Метод наименьших квадратов (ПК-4.4)	<ol style="list-style-type: none"> 1. В чем сущность совместной обработки результатов нескольких измеренных величин? 2. Какой вероятностный смысл принципа наименьших квадратов? 3. Сущность уравнительных вычислений. 4. Как составить нормальные уравнения.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
ПК-4 Способен организовать работу по метрологическому обеспечению организации ПК-4.4 Применяет специальные программные продукты для обработки результатов измерений	
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание необходимой документации для проведения метрологического обеспечения.
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Производить метрологическую обработку результатов измерений
	Выбирать и обосновывать способы проведения метрологического обеспечения
	Применять специальные программные продукты для обработки результатов измерений
Владение	Навыками обработки многократных измерений.
	Навыками интерпретации результатов оценки метрологического обеспечения предприятия

Оценка выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений,	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может

понятий		допускает неточности формулировок		корректно сформулировать их самостоятельно
Знание необходимой документации для проведения метрологического обеспечения ;	Не знает необходимую документацию для проведения метрологического обеспечения ;	Знает необходимую документацию для проведения метрологического обеспечения ;	Знает необходимую документацию для проведения метрологического обеспечения, может их интерпретирует и использует	Знает необходимую документацию для проведения метрологического обеспечения, может самостоятельно их использовать
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Производить метрологическую обработку результатов измерений метрологическое обеспечение производства	Не знает как производить метрологическую обработку результатов измерений	Допускает неточности при проведении метрологической обработке результатов измерений	Умеет производить метрологическую обработку результатов измерений	Обладает твердым и полным знанием материала по метрологической обработке результатов измерений
Выбирать и обосновывать способы проведения метрологического обеспечения	Не знает как проводить выбор и обоснование способов проведения метрологического обеспечения	Допускает неточности в выборе и обосновании способов проведения метрологического обеспечения	Умеет проводить выбор и обоснование способов проведения метрологического обеспечения	Обладает твердым и полным знанием материала по выбору и обоснованию способов проведения метрологического обеспечения
Применять специальные программные продукты для обработки	Не знает как применять специальные программные продукты для	Допускает неточности в выборе и применении специальных программных	Умеет применять специальные программные продукты для обработки	Обладает твердым и полным знанием материала по применению специальных

результатов измерений	обработки результатов измерений	продуктов для обработки результатов измерений	результатов измерений	программных продуктов для обработки результатов измерений
-----------------------	---------------------------------	---	-----------------------	---

Оценка сформированности компетенций по показателю Владение.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Навыками обработки многократных измерений.	Не обладает навыками обработки многократных измерений.	Обладает слабыми навыками обработки многократных измерений.	Обладает навыками обработки многократных измерений.	Обладает твердыми навыками и полным знанием материала по обработке многократных измерений
Навыками интерпретации результатов оценки метрологического обеспечения предприятия	Не обладает навыками интерпретации результатов оценки метрологического обеспечения предприятия	Обладает слабыми навыками интерпретации результатов оценки метрологического обеспечения предприятия	Обладает навыками интерпретации результатов оценки метрологического обеспечения предприятия	Обладает твердыми навыками интерпретации результатов оценки метрологического обеспечения предприятия

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, консультаций.	Специализированная мебель, мультимедийный стационарный видеопроектор и экран, ноутбук .
2	Учебная аудитория для проведения практических занятий, текущего контроля, промежуточной аттестации	Специализированная мебель, стационарный видеопроектор и экран, ноутбук.
3	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель, компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
4	Методический кабинет для самостоятельной работы	Специализированная мебель, переносной проектор и экран, ноутбук

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

По данной дисциплине не используется лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение.

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Пучка О.В. Метрологические аспекты обеспечения качества продукции (учебное пособие) Электронное внутривузовское издание Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова,- 2015.- 148 с.
2. Пучка О.В. Современные проблемы стандартизации и метрологии (учебное пособие) Электронное внутривузовское издание Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова,- 2015.- 138 с.
3. Пучка О.В. Основы метрологии. Метрологическое обеспечение производства: монография/ О.В. Пучка.- Белгород: Изд-во БГТУ, 2009. - 154с.;
4. Пучка О.В. Метрология, стандартизация и сертификация: учебно-методический комплекс/О.В. Пучка.- Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. - 89с.;
5. Афанасьев А.А., Глаголев С.Н. Метрология, стандартизация и сертификация: учебное пособие/ А.А. Афанасьев, С.Н. Глаголев. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. - 290с.;

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Электронно-библиотечная система ntb. bstu.ru
2. www.metrologu.ru
3. www.gost.ru/wps/portal/
4. www.metrob.ru

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20____ /20____ учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями

Протокол № _____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ О.В. Пучка
подпись, ФИО

Директор института _____ А.В. Белоусов
подпись, ФИО