

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 6

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

д.э.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

В.В. Окрепилов

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«21» июня 2023 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Прикладная метрология»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	27.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Стандартизация и метрология
Наименование направленности	Метрология, стандартизация, сертификация
Форма обучения	очная

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

<u>Проф., д.т.н</u> (должность, уч. степень, звание)	 <u>(подпись, дата)</u>	31.05.23	<u>А.Г. Чуновкина</u> (инициалы, фамилия)
--	---	----------	--

Программа одобрена на заседании кафедры № 6

«31» мая 2023 г, протокол № 13

Заведующий кафедрой № 6

<u>д.э.н., проф.</u> (уч. степень, звание)	 <u>(подпись, дата)</u>	31.05.23	<u>В.В. Окрепилов</u> (инициалы, фамилия)
---	---	----------	--

Ответственный за ОП ВО 27.03.01(01)

<u>доц., к.т.н.</u> (должность, уч. степень, звание)	 <u>(подпись, дата)</u>	21.06.23	<u>Н.Ю. Ефремов</u> (инициалы, фамилия)
--	---	----------	--

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

<u>доц., к.ф.-м.н.</u> (должность, уч. степень, звание)	 <u>(подпись, дата)</u>	21.06.23	<u>Ю.А. Новикова</u> (инициалы, фамилия)
---	---	----------	---

## Аннотация

Дисциплина «Прикладная метрология» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 27.03.01 «Стандартизация и метрология» направленности «Метрология, стандартизация, сертификация». Дисциплина реализуется кафедрой «№6».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способен проводить анализ состояния метрологического обеспечения в подразделении метрологической службы организации»

ПК-2 «Способен обновлять базу рабочих эталонов и средств измерительной техники и проводить их аттестацию»

ПК-4 «Способен осуществлять поверку и калибровку средств измерений»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с обеспечением метрологической прослеживаемости результатов измерений, эталонов и средств измерений, анализом и обработкой результатов измерений в методиках калибровки/поверки средств измерений, при аттестации эталонов единиц, с оцениванием неопределенности измерений при калибровке и учетом неопределенности измерений при проверке соответствия при аттестации эталонов единиц.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Прикладная метрология базируется на теоретической метрологии и, опираясь на законодательную метрологию, направлена на обеспечение достоверных количественных данных о процессах и объектах измерений различной природы. Направление 27.03.01 «Стандартизация и метрология» ориентирована на подготовку бакалавров и должна позволить молодому специалисту реализовать практически полученные им знания. Поэтому дисциплина "Прикладная метрология" придаёт законченность знаниям, которые получает студент по базовым дисциплинам, и предоставляет возможности студентам развить навыки в области изучения зарубежного опыта в области метрологии, в частности обработки результатов измерений и оценивания их точности в задачах разработки и валидации методик поверки/калибровки средств измерений, методик аттестации эталонов, аттестации методик измерений.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

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

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен проводить анализ состояния метрологического обеспечения в подразделении метрологической службы организации	ПК-1.3.2 знать принципы нормирования точности измерения ПК-1.3.3 знать область применения методов измерения ПК-1.У.3 уметь устанавливать оптимальные нормы точности измерений и достоверности контроля с учетом ошибок 1-го и 2-го рода ПК-1.В.3 владеть навыками выявления и оценки погрешностей измерения и ошибок контроля
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен обновлять базу рабочих эталонов и средств измерительной техники и проводить их аттестацию	ПК-2.В.1 владеть навыками контроля соответствия рабочих эталонов, средств поверки и калибровки требованиям, указанным в нормативных документах, средств поверки и калибровки, подбора и приобретения рабочих эталонов, средств поверки и калибровки
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способен осуществлять поверку и калибровку средств измерений	ПК-4.3.1 знать нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы поверки и калибровки средств измерений и эталонов; методики и средства поверки и калибровки средств измерений

		ПК-4.У.1 уметь определять необходимость разработки методики поверки (калибровки), составлять графики поверки (калибровки) средств измерений и эталонов ПК-4.В.1 владеть навыками подготовки и проведения поверки и калибровки средств измерений и оформления документации
--	--	--

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

метрология,  
 сертификация,  
 организация сертификационных испытаний,  
 основы технического регулирования.

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при работе над выпускной квалификационной работой.

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№7
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>	34	34
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	93	93
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Дифф. Зач.	Дифф. Зач.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

## 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.  
 Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 7					
Раздел 1. Содержание, цели и задачи прикладной метрологии, ее связь с теоретической и законодательной метрологией. Аккредитация в области обеспечения единства измерений.	2				6
Раздел 2. Оценивание неопределенности измерений	6		11		30
Раздел 3. Калибровка/поверка эталонов и средств измерений. Аттестация эталонов . Валидация методик калибровки.	4		19		24
Раздел 4. Методики выполнения измерений и испытаний. Аттестация и применение методик измерений.	3		4		20
Раздел 5. Внутренний и внешний контроль качества измерений в лаборатории.	2				13
Итого в семестре:	17		34		93
Итого:	17	0	34	0	93

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<b>1</b>	<p><b>Раздел 1. Содержание, цели и задачи прикладной метрологии, ее связь с теоретической и законодательной метрологией.</b> Аккредитация в области обеспечения единства измерений.</p> <p>Тема 1.1 Прикладная метрология: понятия, термины и определения. Основные виды метрологической деятельности: измерения, контроль, испытания, поверка, калибровка</p> <p>Тема 1.2 Система обеспечения единства измерений. Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений». Соглашение о взаимном признании национальных эталонов, сертификатов измерений и калибровок, выдаваемых национальными метрологическими институтами. Структура международной системы измерений, основные международные</p>

	метрологические организации. Аккредитация в области обеспечения единства измерений.
2	<p><b>Раздел 2. Оценивание неопределенности измерений</b></p> <p>Тема 2.1 Показатели точности измерений. Представление результата измерения.</p> <p>Тема 2.2 Неопределенность измерения: понятия и определения.</p> <p>Тема 2.3 Вычисление стандартной неопределенности измерения на основе доступной информации.</p> <p>Тест: проверка навыков вычисления неопределенности в типовых ситуациях.</p> <p>Тема 2.4 Вычисление расширенной неопределенности измерения, модель/уравнение измерения. Бюджет неопределенности. Закон трансформирования неопределенности.</p> <p>Тест. Проверка навыков вычисления влияющих коэффициентов и расширенной неопределенности на примере конкретных уравнений измерения</p>
3	<p><b>Раздел 3. Калибровка/поверка эталонов и средств измерений. Аттестация эталонов. Валидация методик калибровки</b></p> <p>Тема 3.1 Требования к калибровочным и испытательным лабораториям. Понятие метрологической прослеживаемости результатов измерений. Содержание методики калибровки. Типовые уравнения измерений при калибровке. Основные источники неопределенности и способы их оценивания. Построение калибровочных характеристик эталонов и средств измерений, анализ и оценка неопределенности.</p> <p>Тема 3.2 Аттестация эталонов, подтверждение соответствия установленным метрологическим характеристикам</p>
4	<p><b>Раздел 4. Методики выполнения измерений и испытаний.</b> Разработка, аттестация, применение.</p> <p>Тема 4.1 – Разработка и аттестация методик измерений. Планирование измерений, выбор средств измерений. Обобщенная структура МВИ. Точностной анализ методик выполнения измерений.. Методы аттестации МВИ.</p> <p>Тема 4.2 - Межлабораторные сличения: цели и задачи. Показатели повторяемости и воспроизводимости методик измерений и испытаний.. Вычисление пределов повторяемости и воспроизводимости измерений. Использование показателей повторяемости и воспроизводимости измерений. Совместимость результатов измерений.</p>
5	<p><b>Раздел 5. Внутренний и внешний контроль качества измерений в лаборатории</b></p> <p>Тема 5.1. Показатели достоверности контроля и испытаний, способы их расчета Учет неопределенности измерений при принятии решений на основе результатов измерений.</p> <p>Тема 5.2 Внешний контроль качества измерений в лаборатории. Участие в межлабораторных сличениях. Оценивание результатов .</p>

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

## 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7				
1	Оценивание стандартных неопределенностей измерений входных величин модели измерения. Исходная информация предоставляется преподавателем	6	6	2
2	Оценивание суммарной стандартной и расширенной неопределенности измерения. Исходная информация и экспериментальные данные предоставляются преподавателем.	4	4	2
4	«Мозговой штурм» по теме «Сопоставление концепций погрешности и неопределенности измерений»	3	3	2
5	Оценивание неопределенности измерений при калибровке эталона. Исходная информация и экспериментальные данные предоставляются преподавателем.	4	4	3
6	Построение линейных калибровочных зависимостей, проходящих через ноль и оценивание их неопределенности. Исходная информация и экспериментальные данные предоставляются преподавателем.	4	4	3-4
7	Построение линейных калибровочных зависимостей, не проходящих через ноль и оценивание их неопределенности. Исходная информация и экспериментальные данные предоставляются преподавателем	4	4	3-4
8	«Мозговой штурм» по теме «Поверка и калибровка как процедуры передачи единицы величины и установления	3	3	3-4

	метрологической прослеживаемости»			
9	Расчет показателей прецизионности методик измерений . Исходная информация и экспериментальные данные предоставляются преподавателем	6	6	4
Всего:		34	34	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы  
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся  
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 7, час
1	2	3
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	93	93
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	63	63
Подготовка к текущему контролю (ТК)	10	10
Подготовка отчетов к лр	20	20

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)  
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий  
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.  
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
------	---	--

<a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>	Основы теоретической, прикладной и законодательной метрологии: учебное пособие / В.Ш. Сулаберидзе, А.Г. Чуновкина, Т.П. Мишура; ГУАП. – СПб., 2018.	
<a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>	Основы метрологии/ учебник В.В.Окрепилов, Ю.А.Антохина, А.А.Оводенко, Е.Г.Семенова, В.Ш.Сулаберидзе, А.Г.Чуновкина – СПб.:ГУАП, 2020	

#### 7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
<a href="http://www.gostinfo.ru/pages/Infizd/izmer_texn">http://www.gostinfo.ru/pages/Infizd/izmer_texn</a>	Метрология и измерительная техника. - Журнал
<a href="http://www.ria-stk.ru/">http://www.ria-stk.ru/</a>	Стандарты и качество. – Журнал
<a href="http://metro.ru/">http://metro.ru/</a>	Сайт по метрологии

#### 8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

#### 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лаборатория метрологии и технических измерений	52-51
2	Мультимедийная лекционная аудитория	

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Дифференцированный зачет	Список вопросов; Тесты; Задачи.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> </ul>

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. Зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1	Цели и задачи прикладной, законодательной и теоретической метрологии. Основные виды метрологической деятельности: измерения, контроль, испытания, поверка, калибровка	ПК-1.3.2 ПК-1.3.3 ПК-1.У
2	Измерение и цели выполнения измерений. . Схемы измерений, контроля и испытаний	ПК-4.3.1 ПК-4.У.1 ПК-4.В.1
3	Аккредитация в области обеспечения единства измерений. Требования к аккредитуемым организациям	ПК-2.В.1 ПК-4.У.1
4	Подготовка к аккредитации. Составление области аккредитации.	ПК-1.В.3 ПК-1.3.2
5	Результат измерения. Способы представления результата измерения. СКО, границы и доверительные границы погрешности	ПК-1.3.2
6	Неопределенность измерения. Стандартная и расширенная неопределенность измерения. Оценивание по типу А и типу В	ПК-1.3.2
7	Бюджет неопределенности измерения. Модель измерения (уравнение измерения).	ПК-1.3.2
8	Точностной анализ методики измерений. Показатели точности методик измерений	ПК-1.3.2 ПК-1.У.3
9	Аттестация методик измерения. Способы аттестации методик выполнения измерений	ПК-1.У.3 ПК-1.3.3
10	Внутрилабораторный контроль качества измерений	ПК-4.У.1
11	Межлабораторные сличения. Цели и задачи. Содержание этапа планирования	ПК-2.В.1
12	Показатели повторяемости и воспроизводимости измерений.	ПК-2.В.1

	Вычисление пределов повторяемости и воспроизводимости измерений. Использование показателей повторяемости и воиспроизводимости измерений. ГОСТ Р ИСО 5725	ПК-1.У.3
13	Метрологические характеристики средств измерений.	ПК-4.В.1
14	Сличения и калибровка эталонов	ПК-4.У.1
15	Поверочные схемы. Требования к содержанию и построению. Калибровочная иерархия	ПК-4.У.1
16	Прослеживаемость результата измерения. Совместимость результатов измерений	ПК-4.В.1
17	Калибровка и поверка средств измерений	ПК-4.У.1
18	Требования к калибровочным и испытательным лабораториям. ГОСТ Р ИСО 17025	ПК-4.У.1 ПК-4.3.1
19	Линейные калибровочные характеристики. Метод наименьших квадратов для оценивания калибровочного коэффициента.	ПК-4.У.1
20	Методики контроля и испытаний. Требования к точности измерений. Учет неопределенности измерений при принятии решения.	ПК-1.3.2 ПК-1.У.3
21	Достоверность методик контроля и испытаний	ПК-1.У.3

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1.	Какие требования предъявляются к образованию и опыту работников, непосредственно участвующих в выполнении работ (оказании услуг) по обеспечению единства измерений? 1. их нет; 2. не менее 1 года; 3. не менее 3 лет; 4. 5 лет	ПК-2.В.1 ПК-4.У.1
2.	Какие работы и (или) услуги в области обеспечения единства измерений не подлежат аккредитации ... 1. аттестация методик (методов) измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений; 2. испытания стандартных образцов или средств измерений в целях утверждения типа; 3. поверка средств измерений;	ПК-2.В.1 ПК-4.У.1

	<p>4. обязательная метрологическая экспертиза стандартов, продукции, проектной, конструкторской, технологической документации и других объектов, проводимая в случаях, предусмотренных законодательством Российской Федерации.</p> <p>5. калибровка средств измерений;</p> <p>6. высокоточные измерения</p>	
3.	<p>В свидетельстве калибровки на многофункциональный калибратор указано, что относительная расширенная неопределенность измерения составляет <math>W = 0,00002</math> (коэффициент охвата <math>k = 2</math>). При значении величины 100 В стандартная неопределенность составит:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,002 В</li> <li>• <b>0,001 В</b></li> <li>• 0,0002 В</li> </ul>	<p>ПК-1.В.3 ПК-4.3.1 ПК-4.В.1</p>
4.	<p>В калибруемой точке 150 мм отклонение показаний штангенциркуля от эталона составило <math>(0,10 \pm 0,06)</math> мм. Указанная расширенная неопределенность измерения получена умножением стандартной неопределенности измерения на коэффициент охвата <math>k = 1,83</math>. Стандартная относительная неопределенность измерения при калибровке равна:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,0022</li> <li>• <b>0,0002</b></li> <li>• 0,001</li> <li>• 0,0004</li> </ul>	<p>ПК-2.В.1 ПК-4.У.1 ПК-4.В.1</p>
5.	<p>При обработке серии измерений было получено стандартное отклонение единичного наблюдения <math>s = 0,33</math> мкм. Было выполнено 10 измерений. Стандартная неопределенность, соответствующая среднему значению равна:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,15 мкм</li> <li>• 0,03 мкм</li> <li>• <b>0,10 мкм</b></li> </ul>	<p>ПК-1.В.3 ПК-4.3.1 ПК-4.В.1</p>
6.	<p>Разрешающая способность калибруемого портативного цифрового манометра составляет 0,1 В. Какой закон распределения используют для моделирования соответствующей неопределённости:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Равномерный закон с границами <math>\pm 0,05</math> В</b></li> <li>• Равномерный закон с границами <math>\pm 0,1</math> В</li> <li>• Равномерный закон с границами <math>\pm 0,2</math> В</li> <li>• Нормальный закон с СКО 0,03 и нулевым математическим ожиданием</li> </ul>	<p>ПК-1.В.3 ПК-4.3.1 ПК-4.В.1</p>
7.	<p>Имеется пять результатов измерений одной величины Требуется определить наилучшую оценку измеряемой величины Выберите вариант ответа:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Вычислить среднее значение</li> </ul>	<p>ПК-1.3.2 ПК-1.3.3 ПК-1.У.3</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Выбрать медиану</li> <li>• Выбрать наиболее часто встречающийся результат</li> </ul> <p>Если Вам требуется дополнительная информация для принятия решения, то укажите, какая это информация</p>	
8.	<p>Какое распределение Вы выбрали бы для описания возможных значения измеряемой величины, если известен предел погрешности СИ.</p> <p>Выберете один вариант:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• прямоугольное распределение</li> <li>• нормальное распределение</li> <li>• треугольное распределение</li> </ul>	ПК-1.В.3 ПК-4.3.1 ПК-4.В.1
9.	<p>Вычеркните словосочетания, которые , на Ваш взгляд, не имеют смысла, кратко поясните почему:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Погрешность СКО</li> <li>• Доверительные границы СКО</li> <li>• Стандартная неопределенность погрешности СИ</li> <li>• Неопределенность стандартной неопределенности</li> </ul>	ПК-1.В.3 ПК-4.3.1
10.	<p>Вычеркните соотношения, которые, на Ваш взгляд, неправильно отражают соотношение понятий или являются ложными утверждениями, кратко поясните почему:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Погрешность – неопределенность</li> <li>• Погрешность является источником неопределенности измерения</li> <li>• СКО результата измерения – стандартная неопределенность, вычисленная по типу А</li> <li>• Доверительные границы погрешности – расширенная неопределенность</li> </ul>	ПК-1.В.3 ПК-4.3.1
11.	<p>С увеличением числа повторных измерений .....</p> <p>Выберите правильный вариант продолжения фразы, кратко поясните почему:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• уменьшается СКО среднего значения</li> <li>• уменьшается погрешность измерения</li> </ul>	ПК-1.В.3
12.	<p>Какой коэффициент охвата для уровня доверия 68% для нормально распределенной величины?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>k = 1</math></li> <li>• <math>k = 2.58</math></li> <li>• <math>k = 2</math></li> <li>• <math>k = 3</math></li> </ul>	ПК-1.В.3 ПК-4.3.1
13.	<p>Расширенная неопределенность для <math>P=0,95</math> равна 0,1 мм. Чему равна стандартная неопределенность при условии нормального закона распределения.</p>	ПК-1.В.3 ПК-4.3.1
14.	<p>Погрешность калибровочных растворов не превосходит 2%.</p> <p>Вычислите абсолютные стандартные неопределенности калибровочных растворов в точках 0,5 мг/см<sup>3</sup> и 7 мг/см<sup>3</sup></p>	ПК-1.В.3 ПК-4.3.1

15.	<p>Относительная стандартная неопределенность коэффициента линейной калибровочной зависимости <math>y = kx</math> равна 0,1%, его значение <math>k=0,98</math>.</p> <p>Вычислите:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ стандартную неопределенность калибровочной зависимости в точке <math>1 \text{ мг/см}^3</math>.</li> <li>✓ Стандартную и расширенную неопределенность (при вероятности 0,95) результата измерения концентрации, если значение оптической плотности равно 0,3, а соответствующая относительная стандартная неопределенность 2%.</li> </ul>	ПК-1.В.3 ПК-4.3.1
1 0 .	<p>Требуется составить бюджет неопределенности. Конкретные данные по точности измерения входных величин модели измерения и измерительные данные представляются преподавателем</p> <p><u>Калибровка концевой меры</u></p> $L = \frac{L_{ref}(1 + \alpha_{ref} \times \Delta t) + D}{1 + \alpha \times \Delta t}$ <p><math>L</math> – длина калибруемой меры  <math>L_{ref}</math> – длина эталонной меры  <math>D</math> – разность длин калибруемой и эталонной мер  <math>\alpha_{ref}</math>, <math>\alpha</math> – коэффициенты расширения эталонной и калибруемой мер соответственно  <math>\Delta t</math> – отклонение температуры от <math>20^\circ\text{C}</math></p>	ПК-1.В.3 ПК-4.3.1 1 ПК-4.В.1
1 1	<p>Требуется составить бюджет неопределенности</p> <p><u>Приготовление градуировочного раствора кадмия</u></p> $c_{Cd} = \frac{1000 \times m \times P}{V} \quad [\text{мг} \cdot \text{л}^{-1}]$ <p><math>c_{Cd}</math> – массовая концентрация кадмия в растворе, <math>\text{мг} \cdot \text{л}^{-1}</math>;  1000 – коэффициент пересчета из мл в л;  <math>m</math> – масса металла, мг  <math>P</math> – степень чистоты металла,  <math>V</math> – объем раствора, мл</p>	ПК-1.В.3 ПК-4.3.1 ПК-4.У.1 ПК-4.В.1
1 2	<p>Требуется составить бюджет неопределенности</p> <p><u>Измерение давления</u></p> $P = \frac{m \times g}{A(1 + \alpha(t - 20))}$ <p><math>m</math> – масса  <math>A</math> – эффективная площадь поршня  <math>\alpha</math> – коэффициент линейного расширения  <math>t</math> – температура</p>	ПК-1.В.3 ПК-4.3.1
1 3	<p>Стандартная неопределенность калибруемого средства измерений, обусловленная случайным разбросом его показаний, равна 2%, (<math>u_{отн}(y_i) = 2\%</math>). Неопределенностями приготовления калибруемых смесей</p>	ПК-1.В.3 ПК-2.В.1 ПК-4.3.1 ПК-4.У.1

	<p>можно пренебречь (<math>u(x_i) \approx 0</math>). Коэффициент линейной калибровочной зависимости <math>y = kx</math> рассчитан по формуле:</p> $k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{x_i} \quad (\{x_i, y_i\} - \text{калибровочные точки})$ <p>Вычислите относительную стандартную неопределенность коэффициента <math>k</math> в общем виде. Чему она равна при 4-х калибровочных точках (<math>n=4</math>)?</p>	ПК-4.В.1
--	--	----------

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся очной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

#### 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Целью преподавания дисциплины является получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области анализа измерительных задач, разработке и исследования методик измерений и калибровок, применения международных и отечественных нормативных документов в данной области. Дисциплина преподается на завершающем году обучения по программе подготовки бакалавра, поэтому ее задачей является систематизация и обобщение знаний, полученных студентами и их подготовка к самостоятельной работе по специальности

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала .

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимся лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально–деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.

- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал сопровождается демонстрацией презентаций, наиболее важные, ключевые положения суммируются в конце лекции. Для закрепления материалы предлагаются краткие тесты, результаты которых обсуждаются с целью развития способности формировать и отстаивать свою самостоятельную позицию

Структура предоставления лекционного материала:

- лекции согласно разделам (табл.2) и темам (табл.3);
- презентации.

11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач у обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы по специальности

Задание и требования к проведению лабораторных работ

по обработке результатов измерений и оценивания точности в задачах разработки и исследования методик измерений, методик калибровок средств измерений, задачах обеспечения качества измерений методами внутрилабораторного и межлабораторного контроля в электронном виде имеются на кафедре

Структура и форма отчета о лабораторной работе, требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет должен содержать: титульный лист, основную часть, список источников.

Титульный лист отчета должен соответствовать шаблону, приведенному в секторе нормативной документации ГУАП [http://guap.ru/guap/standart/titl\\_main.shtml](http://guap.ru/guap/standart/titl_main.shtml)

Оформление основной части отчета должно быть оформлено в соответствии с ГОСТ 7.32-2001 (издания 2008г.). Требования приведены в секторе нормативной документации ГУАП [http://guap.ru/guap/standart/prav\\_main.shtml](http://guap.ru/guap/standart/prav_main.shtml)

При формировании списка источников студентам необходимо руководствоваться требованиями стандарта ГОСТ 7.1-2003. Примеры оформления списка источников приведены в секторе нормативной документации ГУАП.

### 11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся по дисциплине «Прикладная метрология» являются:

- учебно-методический материал по дисциплине.

### 11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины. Текущий контроль осуществляется в форме проведения тестов, мозговых штурмов и совместного обсуждения выполнения лабораторных работ.

### 11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой