

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)

«22» 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	Цифровая метрология и стандартизация
Форма обучения	заочная

Санкт-Петербург– 2023

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Проф., д.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

22.06.23

А.Г.Чуновкина

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 6

«22» июня 2023 г, протокол № 14

Заведующий кафедрой № 6

д.э.н., проф.

(уч. степень, звание)



(подпись, дата)

22.06.23

В.В. Окрепилов

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 27.03.01(02)

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

22.06.23

Н.Ю. Ефремов

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

доц., к.ф.-м.н.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

22.06.23

Ю.А. Новикова

(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 «Цифровая метрология и стандартизация». 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 единства измерений и 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

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося.

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»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Прикладная метрология базируется на разработках теоретической метрологии и, опираясь на правила и нормы 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 международного законодательства, в частности при обработке результатов измерений и оценивания неопределенности в задачах аттестации и применения методик измерений, разработки методик поверки/калибровки средств измерений, методик аттестации эталонов, методик контроля параметров процессов на основе измерительной информации, а также применения методов межлабораторного и внутрилабораторного контроля качества измерений, как необходимого требования аккредитации измерительных и испытательных лабораторий в области обеспечения единства 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
		№8
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>	12	12
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	18	18
в том числе:		
лекции (Л), (час)	6	6
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	12	12
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	126	126
<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 8					
Раздел 1. Содержание, цели и задачи прикладной метрологии, ее связь с теоретической и законодательной метрологией. Оценивание точности измерений (погрешность и неопределенность измерений)	2		4		46
Раздел 2. Передача единиц величин. Калибровка/ поверка эталонов и средств измерений. Аттестация эталонов	2		4		34
Раздел 3. Оценивание точности при разработке, аттестации и применении методик измерений. Внутренний и внешний контроль качества измерений в лаборатории	2		4		46
Итого в семестре:	6		12		126
Итого	6	0	12	0	126

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. Оценивание точности измерений (погрешность и неопределенность измерений)</b></p> <p>Прикладная метрология: понятия, термины и определения. Основные виды метрологической деятельности: измерения, контроль, испытания, поверка, калибровка. Аккредитации в области обеспечения единства измерений. Показатели точности измерений. Представление результата измерения. Неопределенность измерения: понятия и определения. Вычисление стандартной неопределенности измерения на основе доступной информации. Вычисление расширенной неопределенности измерения, модель/уравнение измерения. Бюджет неопределенности. Закон трансформирования неопределенности.</p>
<b>2</b>	<p><b>Раздел 2. Передача единиц величин. Калибровка/ поверка эталонов и средств измерений. Аттестация эталонов.</b></p> <p>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>

<b>3</b>	<p><b>Раздел 3. Оценивание точности при разработке, аттестации и применении методик измерений. Внутренний и внешний контроль качества измерений в лаборатории</b></p> <p>Разработка и аттестация методик измерений. Планирование измерений, выбор средств измерений. Обобщенная структура МВИ. Точностной анализ методик выполнения измерений.. Методы аттестации МВИ.</p> <p>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. 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 8				
1	Оценивание суммарной стандартной и расширенной неопределенности измерения. Исходная информация и экспериментальные данные предоставляются преподавателем.	4	4	2
2	Оценивание неопределенности измерений при калибровке эталона. Исходная информация и экспериментальные данные предоставляются преподавателем.	4	4	3
3	Построение линейных калибровочных зависимостей, проходящих через ноль и оценивание их неопределенности. Исходная информация и экспериментальные данные	4	4	3-4

	предоставляются преподавателем.			
	Всего:	12	12	

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 8, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	80	80
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	26	26
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)	20	20
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		
Всего:	126	126

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://metrobr.ru/">http://metrobr.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 таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
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 зачёт	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 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«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> <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
	Приложение А	ПК-1.3.2
		ПК-1.3.3
		ПК-1.У.3
		ПК-1.В.3
		ПК-2.В.1
		ПК-4.3.1
		ПК-4.У.1
		ПК-4.В.1

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
	Приложение В	ПК-1.3.2
		ПК-1.3.3
		ПК-1.У.3
		ПК-1.В.3
		ПК-2.В.1
		ПК-4.3.1
		ПК-4.У.1
		ПК-4.В.1

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
1.	Расчет неопределенности измерений при калибровке и ее применение при проверке соответствия установленным требованиям к метрологическим характеристикам средств измерений
2.	Анализ исходной информации при аттестации методик измерений и выбор

	метода оценивания точностных характеристик МВИ
3.	Статистические критерии, используемые при внутрилабораторном и внешнем контроле качества измерений в лауоборатории

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  
(Ниже приводятся рекомендации по составлению данного раздела)

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине).

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 обучающимися 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 может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- \_\_\_\_\_;
- \_\_\_\_\_;
- ...

*Если методические указания по освоению лекционного материала имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.*

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)

Основной целью для обучающегося является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умения работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием семинарских занятий являются узловые, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы занятий является совместная работа преподавателя и обучающегося над решением поставленной проблемы, а поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности.

При подготовке к семинарскому занятию по теме прослушанной лекции необходимо ознакомиться с планом его проведения, с литературой и научными публикациями по теме семинара.

Требования к проведению семинаров

*Обязательно для заполнения преподавателем*

*Если методические указания по участию в семинарах имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.*

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий (*если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*)

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

*Обязательно для заполнения преподавателем*

*Если методические указания по прохождению практических занятий имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.*

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ (*если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*)

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 экспериментально-практической, 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 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 с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

*Обязательно для заполнения преподавателем*

Структура и форма отчета о лабораторной работе

*Обязательно для заполнения преподавателем*

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

*Обязательно для заполнения преподавателем*

*Если методические указания по прохождению лабораторных работ имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.*

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы (*если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*)

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

*Обязательно для заполнения преподавателем*

Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

*Обязательно для заполнения преподавателем*

*Если методические указания по курсовому проектированию/ выполнению курсовой работы имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.*

11.6. 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 являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

*Если методические указания по прохождению самостоятельной работы имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.*

11.7. 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.

*Обязательно для заполнения преподавателем: указываются требования и методы проведения текущего контроля успеваемости, а также как результаты текущего контроля успеваемости будут учитываться при проведении промежуточной аттестации.*

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

– зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

– 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».

*Обязательно для заполнения преподавателем: указываются требования и методы проведения промежуточной аттестации.*

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



## ПРИЛОЖЕНИЕ А

№ 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. Вычисление пределов повторяемости и воспроизводимости измерений. Использование показателей повторяемости и воспроизводимости измерений. ГОСТ Р ИСО 5725	ПК-2.В.1 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

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Примерный перечень вопросов для тестов

#### I. Аккредитация в области обеспечения единства измерений

Код индикатора : ПК 1.3.2 , ПК 1.3.3, ПК 2.В.1, ПК 4.3.1, ПК 4.У.1

Вопрос	Варианты ответов
Аккредитация юридических лиц или индивидуальных предпринимателей в сфере выполнения ими работ и (или) оказания услуг по обеспечению единства измерений в соответствии с ФЗ «Об обеспечении единства измерений» осуществляется в целях подтверждения...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. компетентности</li> <li>2. независимости</li> <li>3. обеспечения прибыли</li> <li>4. безопасности продукции</li> </ol>
Аккредитация юридических лиц и индивидуальных предпринимателей есть подтверждение национальным органом по аккредитации соответствия...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. критериям аккредитации</li> <li>2. требованиям международных организаций</li> <li>3. требованиям стандартов</li> </ol>
Документом, удостоверяющим аккредитацию юридического лица либо индивидуального предпринимателя на выполнение работ и (или) оказание услуг в области обеспечения единства измерений в определенной области аккредитации, является...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. свидетельство</li> <li>2. сертификат</li> <li>3. аттестат</li> <li>4. паспорт</li> </ol>
Срок действия аттестата аккредитации составляет ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1 год</li> <li>2. 3 года</li> <li>3. 5 лет</li> <li>4. бессрочный</li> </ol>
Национальный орган Российской Федерации, осуществляющий аккредитацию в области обеспечения единства измерений - это...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ростехрегулирование</li> <li>2. Минэкономразвития</li> <li>3. Росаккредитация</li> <li>4. Минпромторг</li> </ol>
Какие работы и (или) услуги в области обеспечения единства измерений <b>НЕ</b> подлежат аккредитации ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. аттестация методик (методов) измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений;</li> <li>2. испытания стандартных образцов или средств измерений в целях утверждения типа;</li> <li>3. поверка средств измерений;</li> <li>4. обязательная метрологическая</li> </ol>

	<p>экспертиза стандартов, продукции, проектной, конструкторской, технологической документации и других Объектов, проводимая в случаях, предусмотренных законодательством Российской Федерации.</p> <p>5. калибровка средств измерений; 6. высокоточные измерения</p>
<p>Признание компетентности физического лица, претендующего на получение статуса эксперта по аккредитации, проводить экспертизы соответствия заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации в определенной области аккредитации осуществляется в форме его ...</p>	<p>1. обучения 2. аттестации 3. сдачи экзамена 4. участия в семинаре</p>
<p>Аттестацию экспертов по аккредитации проводит...</p>	<p>1. Общественный совет по аккредитации 2. Росаккредитация 3. Ростехрегулирование</p>
<p>Процедура подтверждения компетентности (соответствия критериям аккредитации) аккредитованного лица в форме выездной оценки проводится...</p>	<p>1. каждый год 2. в течение первого года со дня аккредитации и не реже чем один раз в два года начиная со дня прохождения предыдущей процедуры 3. один раз в три года</p>
<p>Совокупность требований, которым должны удовлетворять юридические лица, индивидуальные предприниматели, выполняющие работы и (или) оказывающие услуги по обеспечению единства измерений</p>	<p>1. показатели аккредитации 2. критерии аккредитации 3. параметры аккредитации</p>
<p>Обязательно ли наличие внедренной системы менеджмента качества и соблюдение в деятельности заявителей и аккредитованных лиц, выполняющих работы и (или) оказывающих услуги по обеспечению единства измерений, требований системы менеджмента качества?</p>	<p>1. да 2. нет 3. желательно</p>
<p>Обязательно ли наличие нормативных правовых актов, документов в области стандартизации, методик (методов) измерений и иных документов, устанавливающих</p>	<p>1. да 2. нет 3. желательно</p>

<p>требования к работам (услугам) по обеспечению единства измерений, в соответствии с областью аккредитации, а также соблюдение в процессе деятельности требований данных документов?</p>	
<p>Какие требования предъявляются к образованию работников, непосредственно участвующих в выполнении работ (оказании услуг) по обеспечению единства измерений?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. высшее образование;</li> <li>2. дополнительное профессиональное образование,</li> <li>3. ученая степень по специальности и (или) направлению подготовки, соответствующему области аккредитации;</li> <li>4. среднее профессиональное образование;</li> <li>5. любое из вышеперечисленного</li> </ol>
<p>Какие требования предъявляются к опыту работников, непосредственно участвующих в выполнении работ (оказании услуг) по обеспечению единства измерений?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. их нет;</li> <li>2. не менее 1 года;</li> <li>3. не менее 3 лет;</li> <li>4. 5 лет</li> </ol>
<p>Какой документ содержит требования к системе менеджмента качества юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, выполняющих работы и (или) оказывающих услуги по обеспечению единства измерений</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. заключение экспертов Росаккредитации</li> <li>2. руководство по качеству</li> <li>3. положение о структурном подразделении юридического лица, индивидуального предпринимателя</li> </ol>
<p>Обязательно ли наличие системы обеспечения независимости и беспристрастности юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, выполняющих работы и (или) оказывающих услуги по обеспечению единства измерений ?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. да</li> <li>2. нет</li> <li>3. желательно</li> </ol>
<p>Какие меры должна включать система обеспечения независимости и беспристрастности юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, выполняющих работы и (или) оказывающих услуги по обеспечению единства измерений ?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. предотвращение и разрешение конфликта интересов;</li> <li>2. обеспечение гарантий независимости работников от коммерческого, административного или иного давления, способного оказать влияние на качество выполняемых работ;</li> <li>3. обеспечение обязанности работников не участвовать в осуществлении видов деятельности, которые ставят под</li> </ol>

	сомнение их беспристрастность 4. все вместе
Требованиям каких нормативных документов должны соответствовать помещения для проведения поверки, калибровки средств измерений, испытаний средств измерений и стандартных образцов в целях утверждения типа?	1. действующим строительным и санитарным нормам 2. нормативным документам по поверке, калибровке и испытаниям. 3. все вместе
Обязательным ли является внутренний контроль соблюдения требований системы менеджмента качества?	1. да 2. нет 3. на усмотрение руководителя
Каким документом определяется периодичность проведения внутреннего аудита?	1. ФЗ «Об аккредитации в национальной системе аккредитации» 2. приказом руководителя организации 3. правилами контроля соблюдения требований системы менеджмента качества
Должны ли правила управлением оборудованием содержать сведения о серийных номерах оборудования и программного обеспечения	1. да 2. нет 3. иное
Должны ли правила управлением оборудованием содержать сведения о месте нахождения оборудования	1. да 2. нет 3. при необходимости

## II. Обработка данных измерений и оценивание точности/неопределенности

Код индикатора ПК 1.3.2, ПК 1.У 3, ПК 1.В.3, ПК 4. В.1

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
1.	<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> <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>
2.	<p>Какое распределение Вы выбрали бы для описания возможных значения измеряемой величины, если известен предел погрешности СИ. Выберете один вариант:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• прямоугольное распределение</li> <li>• нормальное распределение</li> <li>• треугольное распределение</li> </ul>
3.	<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>
4.	<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>
5.	<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>
6.	<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>
7.	<p>Расширенная неопределенность для <math>P=0,95</math> равна 0,1 мм. Чему равна стандартная неопределенность при условии нормального закона распределения.</p>
8.	<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>
9.	<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 1 мг/см<sup>3</sup>.</li> <li>✓ Стандартную и расширенную неопределенность (при вероятности 0,95) результата измерения концентрации, если значение оптической плотности равно 0,3, а соответствующая относительная</li> </ul>

	стандартная неопределенность 2%.
10.	<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}, \alpha</math> – коэффициенты расширения эталонной и калибруемой мер соответственно  <math>\Delta t</math> – отклонение температуры от 20°C</p>
11	<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>
12	<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>
13	<p>Стандартная неопределенность калибруемого средства измерений, обусловленная случайным разбросом его показаний, равна 2%, (<math>u_{отн}(y_i) = 2\%</math>).</p> <p>Неопределенностями приготовления калибруемых смесей 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 (n=4)?</p>