

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

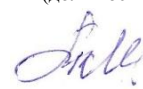
Кафедра №6

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель направления

ДОЦ., К.Т.Н., ДОЦ.

(должность, уч. степень, звание)



Т.П. Мишура

(подпись)

25.06.2020г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Прикладная метрология»
(Название дисциплины)

Код направления	27.05.02
Наименование специальности	Метрологическое обеспечение вооружения и военной техники
Наименование направленности	Метрологическое обеспечение авиации военного назначения
Форма обучения	очная


Санкт-Петербург 2020 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины


Программу составил(а)

Проф. д.т.н. _____
должность, уч. степень, звание
_____ 25.06.20
подпись, датаА.Г. Чуновкина
инициалы, фамилияПрограмма одобрена на заседании кафедры № 6
« 25 » июня 2020 г, протокол № 15

/Заведующий кафедрой № 6

д.э.н., проф.
должность, уч. степень, звание
_____ 25.06.20
подпись, датаВ.В. Окрепилов
инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 27.05.02(05)

Доцент, к.т.н.
должность, уч. степень, звание
_____ Р.Н. Целмс
подпись, дата 25.06.20 инициалы, фамилия

Заместитель директора института (декана факультета) № ФПТИ по методической работе

доц., к.т.н., доц.
должность, уч. степень, звание
_____ 25.06.20
подпись, датаВ.А. Голубков
инициалы, фамилия

Аннотация

Дисциплина «Прикладная метрология» входит в вариативную часть образовательной программы подготовки обучающихся по специальности 27.05.02 «Метрологическое обеспечение вооружения и военной техники» направленность «Метрологическое обеспечение авиации военного назначения». Дисциплина реализуется кафедрой №6.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

профессиональных компетенций:

ПК-23 «способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов, составлять описания проводимых исследований и подготавливать данные для составления научных обзоров и публикаций в области метрологического обеспечения».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с анализом и обработкой результатов измерений в методиках измерений и методиках калибровки/поверки средств измерений, с оцениванием неопределенности измерений и учетом неопределенности измерений при контроле параметров процессов, с планированием и обработкой данных межлабораторных сличений/межлабораторных сравнительных испытаний.

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 экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Прикладная метрология базируется на положениях теоретической метрологии и, опираясь на законодательную метрологию, направлена на обеспечение достоверных количественных данных о процессах и объектах измерений различной природы. Направление 27.05.02 «Метрологическое обеспечение вооружения и военной техники» ориентирована на подготовку специалистов и должна позволить молодому специалисту реализовать практически полученные им знания. Поэтому дисциплина «Прикладная метрология» придает законченность знаниям, которые получает студент по базовым дисциплинам, и предоставляет возможности студентам развить навыки в области анализа и применения нормативных документов по организации и проведению поверки/калибровки средств измерений, выполнению измерений и обработки полученных результатов, подготовке подразделения к аккредитации в области обеспечения единства измерений.

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ПК-23 «способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов, составлять описания проводимых исследований и подготавливать данные для составления научных обзоров и публикаций в области метрологического обеспечения»:

- знать основные отечественные и международные документы в области обработки результатов измерений, оценивания неопределенности измерений и контроля точности измерений;
- уметь выполнять обработку результатов измерений при косвенных и совместных измерениях в соответствии с уравнением измерения в методике измерения, оценивать неопределенность измерения на основе уравнения измерения, составлять бюджет неопределенности измерений;
- владеть навыками оценивания данных межлабораторных сличений при аттестации методик измерений, аттестации стандартных образцов и проверки качества измерений в измерительных, калибровочных и испытательных лабораториях;
- иметь опыт деятельности в самостоятельном изучении и анализе нормативных документов, их корректном применении в конкретной измерительной задаче.

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

Физико-технические измерения

Военная метрология

Метрология

Общая теория измерений

Теория и расчет измерительных преобразователей и приборов

Методы и средства измерений, испытаний и контроля

Формирование и передача сигналов

Производственная практика

Методы исследования с использованием сканирующей зондовой микроскопии

Организация и технология испытаний

Интегрированные пакеты для метрологии

Производственная практика

Средства и методы измерений в микро и наноэлектронике

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

Производственная практика

Производственная преддипломная практика

3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№9
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)	5/ 180	5/ 180
<i>Аудиторные занятия</i> , всего час., <i>В том числе</i>	51	51
лекции (Л), (час)	17	17
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
Экзамен, (час)	36	36
<i>Самостоятельная работа</i> , всего (час)	93	93
Вид промежуточного контроля: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.	Экз.

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 9					
Раздел 1. Содержание, цели и задачи прикладной метрологии, ее связь с теоретической и законодательной метрологией.	2				7
Раздел 2. Оценивание неопределенности измерений	5		12		30

Раздел 3. Калибровка эталонов и средств измерений.	2		12		24
Раздел 4. Методики выполнения измерений и испытаний.	3		4		16
Раздел 5. Планирование и анализ данных межлабораторных экспериментов	5		6		16
Итого в семестре:	17		34		93
Итого:	17	0	34	0	93

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	<p>Раздел 1. Содержание, цели и задачи прикладной метрологии, ее связь с теоретической и законодательной метрологией.</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. Международная система измерений, основные международные метрологические организации. Аккредитация в области обеспечения единства измерений.</p>
2	<p>Раздел 2. Оценивание неопределенности измерений</p> <p>Тема 2.1 Основные понятия теории вероятностей и математической статистики, используемые при обработке результатов измерений</p> <p>Тема 2.2 Показатели точности измерений. Представление результата измерения.</p> <p>Тема 2.3 Неопределенность измерения: понятия и определения.</p> <p>Тема 2.4 Вычисление стандартной неопределенности измерения на основе доступной информации.</p> <p>Тест: проверка навыков вычисления неопределенности в типовых ситуациях.</p> <p>Тема 2.5 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> <p>Тема 2.6 Представление результатов измерений</p>
3	<p>Раздел 3. Калибровка эталонов и средств измерений</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.</p> <p>Тема 3.2 Построение калибровочных характеристик эталонов и средств измерений, анализ и оценка неопределенности.</p> <p>Тест. Проверка получения оценок коэффициентов линейной зависимости при различном выборе весов в методе наименьших квадратов</p> <p>Тема 3.3 Использование результатов измерений при проверке соответствия/ использование результатов калибровки при поверке СИ.</p>
4	<p>Раздел 4. Методики выполнения измерений и испытаний</p> <p>Тема 4.1 Разработка и аттестация методик измерений. Планирование измерений, выбор средств измерений. Обобщенная структура МВИ. Точностной анализ методик выполнения измерений</p> <p>Тема 4.2 Методы аттестации МВИ.</p>
5	<p>Раздел 5. Планирование и анализ данных межлабораторных экспериментов</p> <p>Тема 5.1 Межлабораторные сличения: цели и задачи. Показатели повторяемости и воспроизводимости методик измерений и испытаний. Планирование межлабораторных экспериментов.</p>

Тема 5.2. Вычисление пределов повторяемости и воспроизводимости измерений. Тема 5.3 Использование показателей повторяемости и воспроизводимости измерений. Проверка совместимость результатов измерений.

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 9			
1	Оценивание характеристик случайных погрешности, систематических и суммарных погрешностей результатов измерений. Экспериментальные данные представляются преподавателем.	4	2
2	Оценивание стандартных неопределенностей измерений входных величин модели измерения. Исходная информация предоставляется преподавателем	4	2
3	Оценивание суммарной стандартной и расширенной неопределенности измерения. Исходная информация и экспериментальные данные предоставляются преподавателем.	4	2
4	«Мозговой штурм» по теме «Сопоставление концепций погрешности и неопределенности измерений»	3	2
5	Оценивание неопределенности измерений при калибровке эталона. Исходная информация и экспериментальные данные предоставляются преподавателем.	4	3
6	Построение линейных калибровочных зависимостей, проходящих через ноль и оценивание их неопределенности. Исходная информация и экспериментальные данные предоставляются преподавателем.	4	3-4
7	Построение линейных калибровочных зависимостей, не проходящих через ноль и оценивание их неопределенности. Исходная информация и экспериментальные данные предоставляются преподавателем	4	3-4
8	«Мозговой штурм» по теме «Проверка и калибровка как процедуры передачи единицы величины и установления метрологической прослеживаемости»	3	3
9	Расчет показателей прецизионности методик измерений. Исходная информация и экспериментальные данные предоставляются преподавателем	4	5
Всего:		34	

4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 9, час
1	2	3
Самостоятельная работа, всего	93	93
подготовка к текущему контролю (ТК)	43	43
домашнее задание (ДЗ)	50	50

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 8-10.

6. Перечень основной и дополнительной литературы

6.1. Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
http://znanium.com	Стандартизация, метрология, подтверждение соответствия: Учебник/Боларев Б.П. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 304 с. ISBN 978-5-16-010398-3	
http://znanium.com	Тимирязев В. А. Метрологическое обеспечение производства в машиностроении: учебник - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 259 с. ISBN 978-5-16-010916-9	
http://znanium.com	Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия: Учебник / М.А. Николаева, Л.В. Карташова - 2 изд. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 336 с.	
http://znanium.com	Метрология, стандартизация, сертификация: Учебник / В.И. Колчков. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 432 с. ISBN 978-5-91134-784-0, 600 экз.	

6.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
http://znanium.com	Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное пособие/Дехтярь Г. М. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 154 с. ISBN 978-5-905554-44-5	

http://znanium.com/	Метрология и средства измерений: Учебное пособие / Пелевин В.Ф. - М.: НИЦ ИНФРА-М, Нов. знание, 2016. - 272 с. ISBN 978-5-16-006769-8	
http://znanium.com/	Метрология, стандартизация, сертификация: Учебное пособие / А.И. Аристов, В.М. Приходько и др. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 256 с. ISBN 978-5-16-004750-8, 500 экз.	

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

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

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Состав материально-технической базы представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная аудитория	52-51
2	Лаборатория	13-13

10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

10.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13.

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Экзамен	список вопросов к экзамену; тесты; задания.

10.2. Перечень компетенций, относящихся к дисциплине, и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП
ПК-23 «способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов, составлять описания проводимых исследований и подготавливать данные для составления научных обзоров и публикаций в области метрологического обеспечения»	
2	Физико-технические измерения
4	Военная метрология
4	Метрология
5	Общая теория измерений
5	Метрология
5	Теория и расчет измерительных преобразователей и приборов
6	Методы и средства измерений, испытаний и контроля
6	Формирование и передача сигналов
6	Теория и расчет измерительных преобразователей и приборов
6	Производственная практика
7	Методы исследования с использованием сканирующей зондовой микроскопии
7	Организация и технология испытаний
7	Интегрированные пакеты для метрологии
8	Методы исследования с использованием сканирующей зондовой микроскопии
8	Производственная практика
8	Основы научных исследований
8	Интегрированные пакеты для метрологии
9	Прикладная метрология
9	Средства и методы измерений в микро и нанoeлектронике
10	Производственная практика
10	Производственная преддипломная практика

10.3. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала модульно–рейтинговой системы университета. В таблице 15 представлена 100–балльная и 4–балльная шкалы для оценки сформированности компетенций.

Таблица 15 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции		Характеристика сформированных компетенций
100-балльная шкала	4-балльная шкала	

$85 \leq K \leq 100$	«отлично» «зачтено»	- обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; - уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; - опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; - умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; - делает выводы и обобщения; - свободно владеет системой специализированных понятий.
$70 \leq K \leq 84$	«хорошо» «зачтено»	- обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; - не допускает существенных неточностей; - увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; - аргументирует научные положения; - делает выводы и обобщения; - владеет системой специализированных понятий.
$55 \leq K \leq 69$	«удовлетворительно» «зачтено»	- обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; - допускает несущественные ошибки и неточности; - испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; - слабо аргументирует научные положения; - затрудняется в формулировании выводов и обобщений; - частично владеет системой специализированных понятий.
$K \leq 54$	«неудовлетворительно» «не зачтено»	- обучающийся не усвоил значительной части программного материала; - допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; - испытывает трудности в практическом применении знаний; - не может аргументировать научные положения; - не формулирует выводов и обобщений.

10.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

1. Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
	Приложение А

2. Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 17)

Таблица 17 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифференцированного зачета
	Учебным планом не предусмотрено

3. Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)

Таблица 18 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

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

4. Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 19)

Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	Приложение В

5. Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 20)

Таблица 20 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
Приложение С	

10.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в Положениях «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в 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, поэтому ее задачей является систематизация и обобщение знаний, полученных студентами и их подготовка к самостоятельной работе по специальности.

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, приходиться 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:

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

Методическая литература:

Обработка результатов измерений. Вычисление неопределенности измерений при калибровке [Текст] : учебно-методическое пособие / А. Г. Чуновкина ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм.

приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2016. - 61 с. : табл. - Библиогр.: с. 50 (19 назв.). - Б. ц.

Статистическая обработка результатов прямых измерений с многократными независимыми наблюдениями [Текст] : методические указания и контрольные задания / С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост.: В. В. Румянцев, Т. П. Мишура, Н. Н. Скориантов. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2013. - 18 с. - Б. ц.

Следует обратить внимание, что изложение лекционного материала может включать в себя короткие дискуссии с целью проверки преподавателем усвоения знаний студентами. В некоторых случаях преподаватель перед началом лекции проводит блиц-опрос по материалам предыдущей лекции с целью проверки усвоения студентами пройденного материала, поэтому перед началом лекции студенту следует вспомнить (повторить) основные положения предыдущих лекций изучаемого раздела.

Методические указания для обучающихся по прохождению 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 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 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 с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Задание по лабораторной работе выдается индивидуально в соответствии с тематикой, представленной в табл. 5.

Работы проводятся в компьютерной лаборатории с использованием сети ИНТЕРНЕТ и программного обеспечения (табл.10).

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

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

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

Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по подготовке к текущему контролю.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине.

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».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам 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

Перечень вопросов для экзамена

1. Цели и задачи прикладной, законодательной и теоретической метрологии. Основные виды метрологической деятельности: измерения, контроль, испытания, поверка, калибровка. Измерение и цели выполнения измерений. Схемы измерений, контроля и испытаний
2. Задачи метрологического обеспечения вооружений и военной техники.
3. Системы менеджмента измерений. Требования к процессам измерения и измерительному оборудованию.
4. Национальная система аккредитации. Критерии аккредитации.
5. Требования к аккредитуемым организациям в области обеспечения единства измерений.
6. Результат измерения. Способы представления результата измерения. СКО, границы и доверительные границы погрешности. Использование при испытаниях продукции и контроле качества.
7. Неопределенность измерения. Стандартная и расширенная неопределенность измерения. Оценивание по типу А и типу В.
8. Бюджет неопределенности измерения. Модель измерения (уравнение измерения).
9. Точностной анализ методики измерений. Показатели точности методик измерений.
10. Аттестация методик измерения. Принцип измерения, метод измерения, методика измерений. Способы аттестации методик выполнения измерений.
11. Показатели повторяемости и воспроизводимости измерений. Вычисление пределов повторяемости и воспроизводимости измерений. Использование показателей повторяемости и воспроизводимости измерений. ГОСТ Р ИСО 5725
12. Единство измерений. Обеспечение единства измерений. Научно-технические и законодательные аспекты.
13. Метрологические характеристики средств измерений.
14. Сличения и калибровка эталонов.
15. Поверочные схемы. Требования к содержанию и построению. Калибровочная иерархия.
16. Прослеживаемость результата измерения. Совместимость результатов измерений.
17. Калибровка и поверка средств измерений.
18. Требования к калибровочным и испытательным лабораториям.
19. Линейные калибровочные характеристики. Метод наименьших квадратов для оценивания калибровочного коэффициента. Равноточный и неравноточный случай.
20. Метод наименьших квадратов для оценивания параметров линейной калибровочной характеристики.
21. Методики контроля и испытаний. Требования к точности измерений. Учет неопределенности измерений при принятии решения. Достоверность методик контроля и испытаний.

Примерный перечень вопросов для тестов

Тест 1 Аккредитации в области обеспечения единства измерений

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"> 1. <u>компетентности</u> 2. независимости 3. обеспечения прибыли 4. безопасности продукции
Аккредитация юридических лиц и индивидуальных предпринимателей есть подтверждение национальным органом по аккредитации соответствия...	<ol style="list-style-type: none"> 1. <u>критериям аккредитации</u> 2. требованиям международных организаций 3. требованиям стандартов
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"> 1. свидетельство 2. сертификат 3. <u>аттестат</u> 4. паспорт
Срок действия аттестата аккредитации составляет ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1 год 2. 3 года 3. 5 лет 4. <u>бессрочный</u>
Какой документ является основанием для проведения аккредитации....	<ol style="list-style-type: none"> 1. прошение 2. договор 3. <u>заявление</u> 4. соглашение
Национальный орган Российской Федерации, осуществляющий аккредитацию в области обеспечения единства измерений - это...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ростехрегулирование 2. Минэкономразвития 3. <u>Росаккредитация</u> 4. Минпромторг
Какие работы и (или) услуги в области обеспечения единства измерений не подлежат аккредитации ...	<ol style="list-style-type: none"> 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; 4. обязательная метрологическая экспертиза стандартов, продукции, проектной, конструкторской, технологической документации и других объектов, проводимая в случаях, предусмотренных законодательством Российской Федерации. 5. калибровка средств измерений; 6. <u>высокоточные измерения</u>

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 ...	1. обучения 2. <u>аттестации</u> 3. сдачи экзамена 4. участия в семинаре
Аттестацию экспертов по аккредитации проводит...	1. Общественный совет по аккредитации 2. <u>Росаккредитация</u> 3. Ростехрегулирование
Процедура подтверждения компетентности (соответствия критериям аккредитации) аккредитованного лица в форме выездной оценки проводится...	1. каждый год 2. <u>в течение первого года со дня аккредитации и не реже чем один раз в два года начиная со дня прохождения предыдущей процедуры</u> 3. один раз в три года
Процедура подтверждения компетентности (соответствия критериям аккредитации) аккредитованного лица в форме документарной оценки проводится...	1. каждые три года со дня аккредитации 2. <u>каждые пять лет со дня аккредитации</u> 3. каждые десять лет со дня аккредитации
Совокупность требований, которым должны удовлетворять юридические лица, индивидуальные предприниматели, выполняющие работы и (или) оказывающие услуги по обеспечению единства измерений	1. показатели аккредитации 2. <u>критерии аккредитации</u> 3. параметры аккредитации
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?	1. <u>да</u> 2. нет 3. желательно
Обязательно ли наличие нормативных правовых актов, документов в области стандартизации, методик (методов) измерений и иных документов, устанавливающих требования к работам (услугам) по обеспечению единства измерений, в соответствии с областью аккредитации, а также соблюдение в процессе деятельности требований данных документов?	1. <u>да</u> 2. нет 3. желательно
Какие требования предъявляются к образованию работников, непосредственно участвующих в выполнении работ (оказании услуг) по обеспечению единства измерений?	1. высшее образование; 2. дополнительное профессиональное образование, 3. ученая степень по специальности и (или) направлению подготовки, соответствующему области аккредитации; 4. среднее профессиональное образование; 5. <u>любое из вышеперечисленного</u>
Какие требования предъявляются к опыту работников, непосредственно участвующих в выполнении работ (оказании услуг) по обеспечению	1. их нет; 2. не менее 1 года; 3. <u>не менее 3 лет</u> ;

единства измерений?	4. 5 лет
Какой документ содержит требования к системе менеджмента качества юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, выполняющих работы и (или) оказывающих услуги по обеспечению единства измерений	1. заключение экспертов Росаккредитации 2. <u>руководство по качеству</u> 3. положение о структурном подразделении юридического лица, индивидуального предпринимателя
Обязательно ли наличие системы обеспечения независимости и беспристрастности юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, выполняющих работы и (или) оказывающих услуги по обеспечению единства измерений ?	1. <u>да</u> 2. нет 3. желательно
Какие меры должна включать система обеспечения независимости и беспристрастности юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, выполняющих работы и (или) оказывающих услуги по обеспечению единства измерений ?	1. предотвращение и разрешение конфликта интересов; 2. обеспечение гарантий независимости работников от коммерческого, административного или иного давления, способного оказать влияние на качество выполняемых работ; 3. обеспечение обязанности работников не участвовать в осуществлении видов деятельности, которые ставят под сомнение их беспристрастность 4. <u>все вместе</u>
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. <u>все вместе</u>
Обязательным ли является внутренний контроль соблюдения требований системы менеджмента качества?	1. <u>да</u> 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. <u>правилами контроля соблюдения требований системы менеджмента качества</u>
Должны ли правила управлением оборудованием содержать сведения о серийных номерах оборудования и программного обеспечения	1. <u>да</u> 2. нет 3. иное
Должны ли правила управлением оборудованием содержать сведения о месте нахождения оборудования	1. да 2. нет 3. <u>при необходимости</u>

Тест.2 Основные понятия

1. Исключите лишнее среди перечисленных понятий:

- Точность измерений, прецизионность измерений, правильность измерений, стабильность измерений, среднеквадратическое отклонение погрешности измерений, совместимость результатов измерений
- Систематическая погрешность измерения, случайная погрешность измерения, методическая погрешность измерения

- Среднеквадратическое отклонение погрешности измерений, доверительные границы погрешности измерений, предел погрешности измерений, границы погрешности измерений

2. Внесите изменения в логические цепочки, где это требуется, по Вашему мнению:

- Объект измерения (1) – величина (2) – измеряемая величина (3) – модель объекта измерения (4) – истинное значение величины (5) (1-2-4 -3-5)
- Случайная погрешность измерения (1) — выборочное СКО (2) – закон распределения случайной величины (3) - доверительные границы случайной погрешности (4) (1-3-2-4)

3. Отметьте правильные утверждения или внесите исправления

- Погрешность измерения может быть количественно оценена: доверительными границами, суммарным СКО, пределом погрешности измерений
- Погрешность измерения складывается из случайной погрешности, систематической погрешности, методической погрешности, погрешности оператора, погрешности средства измерений
- Погрешность суммы двух результатов измерений равна сумме погрешностей этих результатов измерений
- Погрешность произведения двух результатов измерений равна произведению погрешностей этих результатов измерений

4. Два результата измерения получены по разным МВИ, которые имеют одинаковую точность. Прецизионность первой методики выше.

- Какой из результатов измерений имеет меньшую случайную погрешность? (1)
- Для какой из МВИ правильность результатов выше? (2)

5. Продолжите ряд или восполните пропуск

- Точность измерений – погрешность измерений, правильность измерений –(*систематическая погрешность*), прецизионность измерений -(*случайная погрешность*)
- Величина – измеряемая величина –(*значение величины*)..- истинное значение измеряемой величины -(*измеренное значение/результат измерения*).- погрешность измерения -(*характеристика погрешности измерения*).....

Тест 3 Неопределенность измерения

Вопрос 1

Какое распределение Вы выбрали бы для описания возможных значения измеряемой величины, если известен предел погрешности СИ.

Выберете один вариант:

- прямоугольное распределение
- нормальное распределение
- треугольное распределение

Вопрос 2

Вычеркните словосочетания, которые , на Ваш взгляд, не имеют смысла, кратко поясните почему:

- Погрешность СКО
- Доверительные границы СКО
- Стандартная неопределенность погрешности СИ
- Неопределенность стандартной неопределенности

Вопрос 3

Вычеркните соотношения, которые, на Ваш взгляд, неправильно отражают соотношение понятий или являются ложными утверждениями, кратко поясните почему:

- Погрешность – неопределенность
- Погрешность является источником неопределенности измерения
- СКО результата измерения – стандартная неопределенность, вычисленная по типу А
- Доверительные границы погрешности – расширенная неопределенность

Вопрос 4

Какой коэффициент охвата для уровня доверия 68% для нормально распределенной величины?

- $k = 1$
- $k = 2.58$
- $k = 2$
- $k = 3$

Вопрос 5

Расширенная неопределенность для $P=0,95$ равна 0,1 мм.

Чему равна стандартная неопределенность при условии нормального закона распределения.

Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

1. Построение калибровочных характеристик средств измерений»

1.1 Погрешность калибровочных растворов не превосходит 2%.

Вычислите абсолютные стандартные неопределенности калибровочных растворов в точках 0,5 мг/см³ и 7 мг/см³

1.2 Стандартная неопределенность калибруемого средства измерений, обусловленная случайным разбросом его показаний, равна 2%, ($u_{\text{отн}}(y_i) = 2\%$). Неопределенностями приготовления калибруемых смесей можно пренебречь ($u(x_i) \approx 0$). Коэффициент линейной калибровочной зависимости $y = kx$ рассчитан по формуле:

$$k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{x_i} \quad (\{x_i, y_i\} - \text{калибровочные точки})$$

Вычислите относительную стандартную неопределенность коэффициента k в общем виде. Чему она равна при 4-х калибровочных точках ($n=4$)?

1.3 Относительная стандартная неопределенность коэффициента линейной калибровочной зависимости $y = kx$ равна 0,1%, его значение $k=0,98$.

Вычислите:

- ✓ стандартную неопределенность калибровочной зависимости в точке 1 мг/см³.
- ✓ Стандартную и расширенную неопределенность (при вероятности 0,95) результата измерения концентрации, если значение оптической плотности равно 0,3, а соответствующая относительная стандартная неопределенность 2%.

2. Оценка вкладов погрешностей измерений/ «бюджет неопределенности»

Ниже приводятся примерные задания, в которых требуется оценивать влияние составляющих погрешностей на итоговую погрешность результата в соответствии с уравнением измерения

1. Поверка/калибровка концевой меры

$$L = \frac{L_{ref}(1 + \alpha_{ref} \times \Delta t) + D}{1 + \alpha \times \Delta t}$$

L – длина калибруемой меры

L_{ref} – длина эталонной меры

D – разность длин калибруемой и эталонной мер

α_{ref}, α – коэффициенты расширения эталонной и калибруемой мер соответственно

Δt – отклонение температуры от 20°C

2. Измерение давления

$$P = \frac{m \times g}{A(1 + \alpha(t - 20))}$$

m – масса

A – эффективная площадь поршня

α – коэффициент линейного расширения

t – температура

3. Измерение электрической емкости

$$C = \frac{I^2}{\omega \sqrt{U^2 I^2 - P^2}}$$

I – сила тока

P – мощность

U – напряжение