

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета _____ Баркалов С.А.

«30» августа 2017 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Метрология, стандартизация и сертификация»

Направление подготовки 27.03.03 СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ

Профиль Системный анализ и управление

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2017

Автор программы

Акимов В.И.

Заведующий кафедрой
Систем управления и ин-
формационных технологий в
строительстве

Десятирикова Е.Н.

Руководитель ОПОП

Лихачева Т.Г.

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков в области метрологии и стандартизации, организационно-правовых основ сертификации продукции, изучение общих основ применения информационно-измерительных систем и средств информационных технологий для оценки количественных и качественных свойств объектов материального мира (технических конструкций, материалов, процессов и ресурсов предприятий строительного комплекса и смежных отраслей экономики) и использования полученных знаний для целенаправленной производственной деятельности, подготовка студента к решению профессиональных задач по достижению качества и эффективности работ на основе использования методов обеспечения единства измерений и сертификации на соответствие государственным и международным нормам.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Задачей изучения дисциплины является получение студентами теоретических знаний и практических навыков по основным вопросам метрологии, стандартизации и сертификации; взаимозаменяемости, методов и средств измерений, радиоизмерений, которые обеспечивают в будущем их квалифицированное участие в многогранной деятельности инженера по выбранной специальности.

В результате изучения дисциплины студент должен:

- *иметь представление* об основах метрологии и метрологического возможностях средств измерений, используемых в избранной области профессиональной деятельности;
- *знать и уметь использовать* основные метрологические правила, требования и нормы; методы и средства измерений, организационные и технические принципы стандартизации и сертификации.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Метрология, сертификация и стандартизация» относится к дисциплинам базовой части блока Б1.Б15

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Метрология, сертификация и стандартизация» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК 4: способностью применять принципы оценки, контроля и менеджмента качества.

ОПК 6: способностью к проведению измерений и наблюдений, составлению описания исследований, подготовке данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, составлению отчета по заданию, к участию

во внедрении результатов исследований и разработок

ОПК 7: способностью к освоению новой техники, новых методов и новых технологий

ОПК 8: способностью участвовать в разработке организационно - технической документации, выполнять задания в области сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-4	Знать принципы оценки, контроля и менеджмента качества для объектов системного анализа и управления.
	Уметь применять принципы оценки, контроля и менеджмента качества для объектов системного анализа и управления.
	Владеть навыками оценки, контроля и менеджмента качества для объектов системного анализа и управления.
ОПК -6	Знать методы и средства измерений и наблюдений правила и нормативы составления описаний и подготовки данных для обзоров, отчётов и публикаций.
	Уметь выбирать способы получения результатов измерений и наблюдений, выбирать требуемые средства измерений и их режимы работы, оценивать погрешности метрологических работ.
	Владеть навыками участия в процессах внедрения результатов исследований и разработок объектов системного анализа и управления..
ОПК -7	Знать передовые и перспективные технические разработки, методы и технологии объектов системного анализа и управления.
	Уметь оценивать метрологические параметры технических устройств и систем, методов и технологий, удовлетворения их качеств базовым федеральным и международным стандартов.
	Владеть навыками проведения сертификационных процедур установления декларируемых технических параметров федеральным стандартам и нормативным документам зарубежных технических устройств и систем, методов и технологий. Проводить сертификационные мероприятия для новых технических устройств и систем, методов и

	технологий.
ОПК-8	Знать типовые организационно – технические документы и схемы сертификации технических средств, систем процессов, оборудования и материалов объектов системного анализа и управления. Уметь разрабатывать типовые организационно – технические документы и реализовывать выбранную схему сертификации технических средств, систем процессов, оборудования и материалов объектов системного анализа и управления. Владеть нормативными документами для разработки типовых организационно – технические документов и подготовки результатов сертификации технических средств, систем процессов, оборудования и материалов объектов системного анализа и управления.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Метрология, сертификация и стандартизация» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		7
Аудиторные занятия (всего)	44	44
В том числе:		
Лекции	17	17
Практические занятия (ПЗ)	27	27
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа	64	64
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	108	108
зач.ед.	3	3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Метрология	Теоретические основы	8	14	18	40	78

		метрологии; основные понятия, связанные с объектами измерения: свойство, величина, количественные и качественные проявления свойств объектов материального мира; основные понятия, связанные со средствами измерений; закономерности формирования результата измерения, понятие погрешности, источники погрешностей; понятие многократного измерения; алгоритмы обработки многократных измерений; понятие метрологического обеспечения; организационные, научные и методические основы метрологического обеспечения; правовые основы обеспечения единства измерений; основные положения закона РФ об обеспечении единства измерений; структура и метрологической службы предприятия, организации, учреждения, являющихся юридическими лицами;					
2	Стандартизация	Исторические основы развития стандартизации, ее роль в повышении качества продукции и развитии на международном, региональном и национальном уровнях. Правовые основы стандартизации; Международная организация по стандартизации (ИСО); основные	5	6	-	14	24

		положения государственной системы стандартизации (ГСС); научная база стандартизации; определение стандартизации оптимального уровня унификации и; государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов					
3	Сертификация	Основные цели и объекты сертификации; термины и определения в области сертификации; качество продукции и защита прав потребителя; схемы и системы сертификации; правила и порядок проведения сертификации; органы по сертификации, испытательные лаборатории; аккредитация органов по сертификации и испытательных (измерительных) лабораторий; сертификация услуг; сертификация систем качества.	4	7	-	14	24
Контроль			-		-		
Итого			17	27		64	108

5.2 Перечень лабораторных работ

Учебным планом не предусмотрено.

5.3 Перечень практических занятий (очная формы обучения)

№ п/п.	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы	Трудоемкость (час)
1	1	Методы и средства измерений. Класс точности средства измерений. Точность измерения.	6
2	1	Погрешности, методы и средства их оценок и уменьшения при прямых, косвенных, совокупных и совместных измерениях.	8
3	2	Разработка стандарта на техническое средство, систему процесса, оборудование и материалы объектов системного анализа и управления.	7

4	3	Выбор схемы сертификации на техническое средство, систему процесса, оборудование и материалы объектов системного анализа и управления.	7
ИТОГО			27

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-4	Знать принципы оценки, контроля и менеджмента качества для объектов системного анализа и управления.	Полное или частичное посещение (с попусшением не более трёх аудиторных занятий) лекционных и практических занятий. Выполнение и успешная защита индивидуальных практических задач.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь применять принципы оценки, контроля и менеджмента качества для объектов системного анализа и управления.	Полное или частичное посещение (с попусшением не более трёх аудиторных занятий) лекционных и практических занятий. Выполнение и успешная защита индивидуальных практических задач.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	Владеть навыками оценки, контроля и менеджмента качества для объектов системного анализа и управления.	Полное или частичное посещение (с попусшением не более трёх аудиторных занятий) лекционных и практических занятий. Выполнение и успешная защита индивидуальных практических задач.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-6	Знать методы и средства измерений и наблюдений правила и нормативы составления описаний и подготовки данных для обзоров, отчётов и публикаций.	Полное или частичное посещение (с попусшением не более трёх аудиторных занятий) лекционных и практических занятий. Выполнение и успешная защита индивидуальных практических задач.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь выбирать способы получения результатов измерений и наблюдений, выбирать требуемые средства измерений и их режимы работы, оценивать погрешности метрологических работ.	Полное или частичное посещение (с попусшением не более трёх аудиторных занятий) лекционных и практических занятий. Выполнение и успешная защита индивидуальных практических задач.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками участия в процессах внедрения результатов исследований и разработок объектов системного анализа и управления..	Полное или частичное посещение (с попусшением не более трёх аудиторных занятий) лекционных и практических занятий. Выполнение и успешная защита индивидуальных практических задач.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-7	Знать передовые и перспективные технические разработки, методы и технологии объектов	Полное или частичное посещение (с попусшением не более трёх аудиторных занятий)	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	системного анализа и управления.	лекционных и практических занятий. Выполнение и успешная защита индивидуальных практических задач.		
	Уметь оценивать метрологические параметры технических устройств и систем, методов и технологий, удовлетворения их качеств базовым федеральным и международным стандартов.	Полное или частичное посещение (с попусчением не более трёх аудиторных занятий) лекционных и практических занятий. Выполнение и успешная защита индивидуальных практических задач.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками проведения сертификационных процедур установления декларируемых технических параметров федеральным стандартам и нормативным документам зарубежных технических устройств и систем, методов и технологий. Проводить сертификационные мероприятия для новых технических устройств и систем, методов и технологий.	Полное или частичное посещение (с попусчением не более трёх аудиторных занятий) лекционных и практических занятий. Выполнение и успешная защита индивидуальных практических задач.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-8	Знать типовые организационно – технические документы и схемы сертификации технических средств, систем процессов, оборудования и материалов объектов системного анализа и управления.	Полное или частичное посещение (с попусчением не более трёх аудиторных занятий) лекционных и практических занятий. Выполнение и успешная защита индивидуальных практических задач.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь разрабатывать типовые	Полное или частичное	Выполнение работ в срок,	Невыполнение работ в срок,

организационно – технические документы и реализовывать выбранную схему сертификации технических средств, систем процессов, оборудования и материалов объектов системного анализа и управления.	посещение (с попусшением не более трёх аудиторных занятий) лекционных и практических занятий. Выполнение и успешная защита индивидуальных практических задач.	предусмотренный в рабочих программах	предусмотренный в рабочих программах
Владеть нормативными документами для разработки типовых организационно – технических документов и подготовки результатов сертификации технических средств, систем процессов, оборудования и материалов объектов системного анализа и управления.	Полное или частичное посещение (с попусшением не более трёх аудиторных занятий) лекционных и практических занятий. Выполнение и успешная защита индивидуальных практических задач.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7 семестре для очной формы обучения,

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-4	Знать принципы оценки, контроля и менеджмента качества для объектов системного анализа и управления.	Тест, устный вопрос, Решение задачи	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь применять принципы оценки, контроля и менеджмента качества для объектов системного анализа и управления.	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками оценки, контроля и менеджмента качества для объектов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	системного анализа и управления.			
ОПК-6	Знать методы и средства измерений и наблюдений правила и нормативы составления описаний и подготовки данных для обзоров, отчётов и публикаций.	Тест, устный вопрос, Решение задачи	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь выбирать способы получения результатов измерений и наблюдений, выбирать требуемые средства измерений и их режимы работы, оценивать погрешности метрологических работ.	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками участия в процессах внедрения результатов исследований и разработок объектов системного анализа и управления..	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-7	Знать передовые и перспективные технические разработки, методы и технологии объектов системного анализа и управления.	Тест, устный вопрос, Решение задачи	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь оценивать метрологические параметры технических устройств и систем, методов и технологий, удовлетворения их качеств базовым федеральным и международным стандартов.	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками проведения сертификационных процедур установления декларируемых технических параметров федеральным стандартам и	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	нормативным документам зарубежных технических устройств и систем, методов и технологий. Проводить сертификационные мероприятия для новых технических устройств и систем, методов и технологий.			
ОПК-8	Знать типовые организационно – технические документы и схемы сертификации технических средств, систем процессов, оборудования и материалов объектов системного анализа и управления.	Тест, устный вопрос, Решение задачи	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь разрабатывать типовые организационно – технические документы и реализовывать выбранную схему сертификации технических средств, систем процессов, оборудования и материалов объектов системного анализа и управления.	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть нормативными документами для разработки типовых организационно – технических документов и подготовки результатов сертификации технических средств, систем процессов, оборудования и материалов объектов системного анализа и управления.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

МЕТРОЛОГИИ

- 1 Совокупность организационных и технических средств, обеспечивающих выполнение требований ФЗ «Об обеспечении единства измерений» – это...
 - 1) стандартизация
 - 2) сертификация
 - 3) метрологическое обеспечение**
 - 4) классификация
- 2 Государственное управление деятельностью по обеспечению единства измерений в РФ осуществляет:
 - 1) Госстандарт России**
 - 2) Совет Министров РФ
 - 3) Администрация президента РФ
 - 4) Мининформсвязи РФ
- 3 Анализ и оценивание экспертами-метрологами правильности применения требований, правил и норм к средствам измерения – это ...
 - 1) метрологическая аттестация
 - 2) метрологическая экспертиза**
 - 3) регистрация средства измерения
 - 4) поверка средства измерения
- 4 Признание средства измерений узаконенным для применения на основании исследования его метрологических свойств – это ...
 - 1) метрологическая аттестация**
 - 2) метрологическая экспертиза
 - 3) регистрация средства измерения
 - 4) поверка средства измерения
- 5 Совокупность операция, выполняемых с помощью технического средства, хранящего единицу величины и позволяющего сопоставить и получить искомое значение величины – это ...
 - 1) измерение**
 - 2) метрологическая аттестация
 - 3) метрологическая экспертиза
 - 4) поверка средства измерения

- 6 Свойство физического объекта, процесса или явления, общее в качественном отношении для многих объектов и индивидуальное в количественном отношении – это ...
- 1) **физическая величина**
 - 2) значение физической величины
 - 3) единица измерения
 - 4) истинное значение
- 7 Значение физической величины, которой по определению присвоено значение, равное единице – это ...
- 1) **единица измерения**
 - 2) значение физической величины
 - 3) действительное значение физической величины
 - 4) истинное значение физической величины
- 8 Значение физической величины, которое идеальным образом отражает в количественном и качественном отношении свойство объекта – это ...
- 1) единица измерения
 - 2) значение физической величины
 - 3) действительное значение физической величины
 - 4) **истинное значение физической величины**
- 9 Числовая оценка размера физической величины – это ...
- 1) единица измерения
 - 2) **значение физической величины**
 - 3) действительное значение физической величины
 - 4) истинное значение физической величины
- 10 Количественное содержание физической величины в объекте – это ...
- 1) единица измерения
 - 2) значение физической величины
 - 3) **размер физической величины**
 - 4) действительное значение физической величины
- 11 Совокупность функционально объединенных средств измерений и вспомогательных устройств – это ...
- 1) измерительный прибор
 - 2) образцовый прибор
 - 3) эталон
 - 4) **измерительный комплекс**
- 12 Как называется метод измерения, если значение измеряемой величины определяется непосредственно по отсчетному устройству прибора прямого действия?
- 1) метод сравнения

- 2) метод замещения
 - 3) метод непосредственной оценки**
 - 4) дифференциальный метод
- 13 Как называется метод измерения, если значение измеряемой величины определяется путем сопоставления измеряемой величины с воспроизводимой мерой?
- 1) метод сравнения**
 - 2) метод замещения
 - 3) метод непосредственной оценки
 - 4) дифференциальный метод
- 14 Как называется метод измерения, если значение измеряемой величины определяется путем доведения разности измеряемого значения и известного к нулю?
- 1) нулевой метод**
 - 2) метод сравнения
 - 3) метод замещения
 - 4) дифференциальный метод
- 15 Как называется метод измерения, если в процессе измерения фиксируется разность измеряемой и известной величины?
- 1) нулевой метод
 - 2) метод сравнения
 - 3) метод непосредственной оценки
 - 4) дифференциальный метод**
- 16 Как называется метод измерения, если в процессе измерения измеряемая величина заменяется известной при сохранении всех условий неизменными?
- 1) нулевой метод
 - 2) метод сравнения
 - 3) метод замещения**
 - 4) дифференциальный метод
- 17 Укажите основные единицы измерений:
- 1) килограмм**
 - 2) радиан
 - 3) Ватт
 - 4) час
- 18 Укажите производные единицы измерений
- 1) килограмм
 - 2) Герц**

- 3) секунда
- 4) метр

СТАНДАРТИЗАЦИЯ

- 1 Установление и применение правил с целью упорядочения деятельности в определенной области на пользу и при участии всех заинтересованных сторон – это ...
 - 1) сертификация
 - 2) стандартизация**
 - 3) метрологическое обеспечение
 - 4) классификация

- 2 Укажите основной закон, регулирующий деятельность в области стандартизации и сертификации:
 - 1) Федеральный Закон «О сертификации продукции и услуг»
 - 2) Федеральный Закон «О техническом регулировании»**
 - 3) Федеральный Закон «О стандартизации»
 - 4) Федеральный Закон «О защите прав потребителей»

- 3 Какая стандартизация проводится специализированными международными организациями или группами государств?
 - 1) международная**
 - 2) национальная
 - 3) отраслевая
 - 4) местная

- 4 Какая стандартизация проводится в масштабе государства, под руководством государственных органов?
 - 1) международная
 - 2) национальная**
 - 3) отраслевая
 - 4) местная

- 5 Какая стандартизация проводится с целью обеспечения единства требований к продукции отрасли?
 - 1) международная
 - 2) национальная
 - 3) отраслевая**
 - 4) местная

- 6 Какая стандартизация проводится на данном предприятии или учреждении?
- 1) международная
 - 2) национальная
 - 3) отраслевая
 - 4) **местная**
- 7 Укажите основную цель стандартизации:
- 1) удовлетворение запросов потребителей
 - 2) развитие производства
 - 3) обеспечение безопасности
 - 4) **все указанное выше**
- 8 Образец, эталон, модель, принимаемые за исходные для сопоставления с ними других подобных объектов – это ...
- 1) **стандарт**
 - 2) предварительный стандарт
 - 3) свод правил
 - 4) документ технических условий
- 9 Перечислите принципы стандартизации:
- 1) добровольное применение стандартов
 - 2) применение международного стандарта как основы разработки национального стандарта
 - 3) недопустимость создания препятствий производству и обращению продукции
 - 4) **все перечисленные**
- 10 Укажите основную задачу стандартизации:
- 1) контроль
 - 2) **регулирование**
 - 3) подтверждение качества
 - 4) все указанное выше

СЕРТИФИКАЦИЯ

- 1 Действие третьей стороны, доказывающее, что обеспечивается соответствие продукции конкретному стандарту, называется ...
- 1) **сертификация**
 - 2) стандартизация
 - 3) метрологическое обеспечение
 - 4) поверка
- 2 Национальным органом по сертификации в России является ...
- 1) **Госстандарт России**

- 2) Правительство РФ
 - 3) аккредитованный испытательный центр
 - 4) отдел Международной организации стандартизации в РФ
- 3 Продукты питания подлежат ...
- 1) стандартизации
 - 2) **обязательной сертификации**
 - 3) добровольной сертификации
 - 4) метрологическому контролю
- 4 Заявка на проведение сертификации подается в ...
- 1) центральный орган по сертификации
 - 2) **орган по сертификации**
 - 3) Госстандарт России
 - 4) Городскую администрацию
- 5 Гигиенический сертификат выдается на ...
- 1) партию продукции
 - 2) **вид продукции**
 - 3) каждое изделие из партии продукции
 - 4) всю продукцию, выпущенную предприятием
- 6 Какие мероприятия проводятся на этапе рассмотрения заявления о сертификации и после его выдачи?
- 1) испытание типа
 - 2) испытание образцов продукции
 - 3) **анализ состояния производства**
 - 4) рассмотрение декларации о соответствии с прилагаемыми документами
- 7 Испытание типа – это ...
- 1) испытание всех образцов продукции
 - 2) **испытание нескольких образцов, являющихся типовыми представителями продукции**
 - 3) сравнение представленных образцов с образцами уже прошедшими испытание
 - 4) контроль производственного процесса
- 8 Испытание образцов проводится:
- 1) у изготовителя
 - 2) в испытательной лаборатории
 - 3) **в аккредитованной лаборатории**
 - 4) в органе по сертификации
- 9 Испытательная лаборатория аккредитована на ...

- 1) профессионализм
 - 2) компетентность
 - 3) независимость
 - 4) **право выполнения работ**
- 10 Выбор органа по сертификации осуществляет:
- 1) Госстандарт РФ
 - 2) **заявитель**
 - 3) орган по сертификации
 - 4) территориальный орган Госстандарта РФ
- 11 Выбор испытательной лаборатории осуществляет:
- 1) Госстандарт РФ
 - 2) **заявитель**
 - 3) орган по сертификации
 - 4) территориальный орган Госстандарта РФ
- 12 Орган по сертификации отменяет действие сертификата при ...
- 1) проведении корректирующих мероприятий
 - 2) **невыполнении изготовителем корректирующих мероприятий**
 - 3) выявления несоответствия реализуемой продукции установленным требованиям
 - 4) истечении срока действия сертификата

ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

- 1 Составляющая погрешности, переменная по знаку и величине, называется ...
- 1) систематическая
 - 2) **случайная**
 - 3) промах
 - 4) основная
- 2 Составляющая погрешности, постоянная по знаку и величине, называется ...
- 1) **систематическая**
 - 2) случайная
 - 3) промах
 - 4) основная
- 3 Поправки вносятся для уменьшения составляющей погрешности ...
- 1) **систематической**
 - 2) случайной

- 3) грубой
 - 4) основной
- 4 Экспериментальная операция, выполняемая в процессе измерения, в результате которой получают одно из группы значений величины, называется ...
- 1) измерение_
 - 2) **наблюдение**
 - 3) контроль
 - 4) сравнение
- 5 Какая погрешность указана при записи результата измерения напряжения $U=(95,3\pm0,7)\text{В}$?
- 1) **абсолютная**
 - 2) относительная
 - 3) приведенная
 - 4) номинальная
- 6 Качество измерений, характеризующее степень доверия к результату измерения, называется ...
- 1) погрешность
 - 2) **достоверность**
 - 3) поправка
 - 4) вероятность
- 7 Укажите закон распределения погрешности, имеющий максимальное значение энтропийного коэффициента:
- 1) равномерный
 - 2) линейный
 - 3) **нормальный**
 - 4) синусоидальный

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

- 1 Техническое устройство, обеспечивающее хранение и воспроизведение единицы измерения с наивысшей точностью, называется ...
- 1) измерительный прибор
 - 2) образцовый прибор
 - 3) **эталон**
 - 4) измерительный комплекс
- 2 Техническое устройство, обеспечивающее хранение и воспроизведение единицы измерения с заданной точностью,

называется ...

- 1) измерительный прибор
- 2) образцовый прибор**
- 3) эталон
- 4) измерительный комплекс

- 3 Техническое устройство, обеспечивающее определение численного значения измеряемой физической величины с заданной точностью, называется ...

- 1) измерительный прибор**
- 2) образцовый прибор
- 3) эталон
- 4) измерительный комплекс

- 4 Техническое устройство, хранящие и (или) воспроизводящие единицу измерения и имеющие нормированные метрологические характеристики, называется ...

- 1) средство измерения**
- 2) вспомогательное устройство
- 3) измерительная установка
- 4) измерительный комплекс

- 5 Калибровка измерительных приборов проводится ...

- 1) перед выполнением измерений**
- 2) при включении прибора
- 3) в установленные сроки
- 4) ежедневно

- 6 Область значений измеряемой величины, для которой нормированы допускаемые погрешности средства измерений, называется ...

- 1) диапазон измерений**
- 2) предел измерения
- 3) номинальное значения
- 4) калиброванные значения

- 7 Наибольшее или наименьшее значение диапазона измерений, называется ...

- 1) диапазон измерений
- 2) предел измерения**
- 3) номинальное значения
- 4) калиброванные значения

- 8 Укажите погрешность средства измерения в нормальных условиях:

- 1) основная**
- 2) дополнительная

- 3) эксплуатационная
 - 4) приведенная
- 9 Укажите погрешность средства измерения в рабочих условиях эксплуатации:
- 1) основная
 - 2) **дополнительная**
 - 3) эксплуатационная
 - 4) приведенная
- 10 Укажите погрешность средства измерения в реальных условиях эксплуатации:
- 1) основная
 - 2) дополнительная
 - 3) **эксплуатационная**
 - 4) приведенная
- 11 Какая погрешность не зависит от значения измеряемой величины?
- 1) погрешность чувствительности
 - 2) **погрешность нуля**
 - 3) мультипликативная
 - 4) аддитивная
- 12 Какая погрешность зависит от значения измеряемой величины?
- 1) погрешность нуля
 - 2) **мультипликативная**
 - 3) аддитивная
 - 4) приведенная
- 13 Дополнительные погрешности учитываются при ...
- 1) изменении давления
 - 2) изменении температуры
 - 3) изменении влажности
 - 4) **несоответствии температуры, давления или влажности допустимым значениям**
- 14 Совокупность операций для определения соответствия средства измерения техническим требованиям, выполняемая органом Госстандарта, называется ...
- 1) **поверка**
 - 2) ревизия
 - 3) калибровка
 - 4) экспертиза
- 15 Установление соответствия средств измерений уровню

метрологического обеспечения производства, называется ...

- 1) поверка
- 2) ревизия**
- 3) калибровка
- 4) экспертиза

16 Совокупность операция для определения характеристик и пригодности к применению средств измерений, не подлежащих государственному контролю, называется ...

- 1) поверка
- 2) ревизия
- 3) калибровка**
- 4) экспертиза

17 Проводится при возникновении вопросов о соответствии средств измерений техническим условиям ...

- 1) поверка
- 2) ревизия
- 3) калибровка
- 4) экспертиза**

18 Ситуация, при которой характеристики погрешности превышают нормированное значение, называется ...

- 1) метрологический отказ**
- 2) поверка
- 3) ревизия
- 4) калибровка

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

2.2.1. Вычисление абсолютных, относительных и приведенных погрешностей средств измерения

Цель занятия: получить практические навыки решения задач на вычисление абсолютных, относительных, приведенных погрешностей и вариации показаний приборов.

Пример решения задачи.

Задача 1. Вольтметром со шкалой (0...100) В, имеющим абсолютную погрешность $\Delta U = 1$ В, измерены значения напряжения 0; 10; 20; 40; 50; 60; 80; 100 В. Рассчитать зависимости абсолютной, относительной и приведенной погрешностей от результата измерений. Результаты представить в виде таблицы.

Решение.

Для записи результатов формируем таблицу (табл. 2.1), в столбцы которой будем записывать измеренные значения U , абсолютные ΔU , относительные δU и приведенные γU погрешности.

В первый столбец записываем заданные в условии задачи измеренные значения напряжения: 0; 10; 20; 40; 50; 60; 80; 100 В.

Значение абсолютной погрешности известно из условий задачи ($\Delta U = 1$ В) и считается одинаковым для всех измеренных значений напряжения; это значение заносим во все ячейки второго столбца.

Значения относительной погрешности будем рассчитывать по формуле

$$\delta U = \frac{\Delta U}{U} \cdot 100\%.$$

При $U = 0$ В $\delta U \rightarrow \infty$.

При $U = 10$ В получаем $\delta U = 10\%$.

Значения относительной погрешности для остальных измеренных значений напряжения рассчитываются аналогично.

Полученные таким образом значения относительной погрешности заносим в третий столбец.

Для расчета значений приведенной погрешности будем использовать формулу

$$\gamma U = \frac{\Delta U}{U_N} \cdot 100\%.$$

Предварительно определим нормирующее значение U_N . Так как диапазон измерений вольтметра – (0...100) В, то шкала вольтметра содержит нулевую отметку, следовательно, за нормирующее значение принимаем размах шкалы прибора, т. е. $U_N = 100 \text{ В} - 0 \text{ В} = 100 \text{ В}$.

Так как величины ΔU и U_N постоянны при любых измеренных значениях напряжения, то величина приведенной погрешности так же постоянна и составляет $\gamma U = 1\%$. Это значение заносим во все ячейки четвертого столбца.

Таблица 2.1

Результаты расчета значений погрешностей

U	ΔU	δU	γU
0	1	∞	1,00
10	1	10,00	1,00
20	1	5,00	1,00
40	1	2,50	1,00
50	1	2,00	1,00
60	1	1,67	1,00
80	1	1,25	1,00
100	1	1,00	1,00

Задачи для самостоятельного решения

Задача 2. Омметром со шкалой (0...1000) Ом измерены значения 0; 100+n (n – номер варианта); 200; 400+n; 500; 600+n; 800; 1000 Ом. Определить значения абсолютной и относительной погрешностей, если приведенная погрешность равна 0,5. Результаты представить в виде таблицы и графиков.

Задача 3. Амперметром со шкалой (0...50+n) А, имеющим относительную погрешность, равную 2%, измерены значения силы тока 0; 5; 10; 20; 25+n; 30; 40; 50; 50+n А. Рассчитать зависимости абсолютной, относительной и приведенной погрешностей от результата измерений. Результаты представить в виде таблицы и графиков.

Задача 4. Вольтметром со шкалой (0...50) В, имеющим приведенную погрешность 2 %, измерены значения напряжения 10; 20; 40; 50–n; 50 В. Рассчитать зависимости абсолютной, относительной и приведенной погрешностей от результата измерений.

Задача 5. Кислородомером со шкалой (0...25) % измерены следующие значения концентрации кислорода: 0; 5; 10; 12,5; 15; 20; 25 %. Определить значения абсолютной и относительной погрешностей, если приведенная погрешность равна (2+0,05n) %. Результаты представить в виде таблицы.

Задача 6. Расходомером со шкалой (0...150) м³/ч, имеющим относительную погрешность (2+0,2n) %, измерены значения расхода 0,6n; 15; 30; 45; 60; 75; 90; 110; 120; 150 м³/ч. Рассчитать зависимости абсолютной, относительной и приведенной погрешностей от результата измерений. Результаты представить в виде графиков.

Задача 7. Уровнемером со шкалой (5...10+0,1n) м, имеющим приведенную погрешность 1%, измерены значения уровня 5; 6; 7; 8; 9; 10 м. Рассчитать зависимости абсолютной, относительной и приведенной погрешностей от результата измерений. Результаты представить в виде таблицы и графиков.

Задача 8. Манометром со шкалой (0...0,25) МПа измерены значения избыточного давления 0,001n; 0,02; 0,06; 0,08; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25 МПа. Определить значения абсолютной и относительной погрешностей, если приведенная погрешность манометра равна 1,5%. Результаты представить в виде таблицы и графиков.

Задача 9. По сигналам точного времени имеем 12 ч 00 мин, часы показывают (12 ч 00+0,05n) мин. Найти абсолютную и относительную погрешность.

Задача 10. Определить верхний предел измерения и основную приведенную погрешность датчика для измерения тяги газотурбинного двигателя $P = (1,6 \pm 0,02n)$ кН.

2.2.2. Вычисление погрешностей с учетом класса точности средств измерения

Цель занятия: получить практические навыки решения задач на вычисление погрешностей при различных способах задания классов точности приборов.

Пример решения задачи.

Задача 1. Амперметром класса точности 2.0 со шкалой (0...50) А измерены значения тока 5; 10; 20; 25; 30; 40; 50 А. Рассчитать зависимости абсолютной, относительной и приведенной основных погрешностей от результата измерений.

Решение.

Класс точности амперметра задан числом, следовательно, приведенная погрешность, выраженная в процентах, во всех точках шкалы не должна превышать по модулю класса точности, т.е. $|\gamma| \leq 2\%$.

При решении задачи рассмотрим худший случай $|\gamma| = 2\%$, когда приведенная погрешность принимает максимальное по абсолютной величине значение.

Рассчитаем значения абсолютной погрешности.

Из формулы $\gamma = \frac{\Delta I}{I_N} \cdot 100\%$ определяем значение абсолютной погрешности

$$\Delta I = \frac{\gamma \cdot I_N}{100}.$$

За нормирующее значение I_N принимаем размах шкалы, т. к. шкала амперметра содержит нулевую отметку, т.е. $I_N = |50 \text{ А} - 0 \text{ А}| = 50 \text{ А}$.

Абсолютная погрешность равна

$$\Delta I = \frac{2 \cdot 50}{100} = 1 \text{ А во всех точках шкалы прибора.}$$

Значения относительной погрешности будем рассчитывать по формуле

$$\delta I = \frac{\Delta I}{I} \cdot 100\%.$$

$$\delta I = \frac{1}{50} \cdot 100\% = 2\% \text{ в конце шкалы, } \delta I = 20\% \text{ в начале шкалы.}$$

Значения относительной погрешности для остальных измеренных значений тока рассчитываются аналогично.

Задачи для самостоятельного решения

Задача 2. Вольтметром класса точности 2 со шкалой (0...100+3n) В измерены значения напряжения 20; 40; 60; 80; 100; 100+n; 100+2n; 100+3n В. Рассчитать зависимости абсолютной и относительной погрешностей от результата измерений. Результаты представить в виде графика зависимости погрешностей от результата измерений, учитывая, что погрешности могут быть как положительными, так и отрицательными.

Задача 3. Определить цену деления измерительный приборов:

1. Амперметра, имеющего на шкале делений 150, и предел измерений $I_N = (3+0,5n)$ А.
2. Вольтметра, имеющего на шкале делений 100+n, и предел измерений $U_N = 150$ В.
3. Ваттметра, имеющего 30+2n делений шкалы, и пределы измерений по току $I_N = 2,5$ А и напряжению $U_N = 150$ В.

Задача 4. Цифровым омметром класса точности 1.0/0.5 со шкалой (0...1000) Ом измерены значения сопротивления 0; 100; 200; 400; 500; 600; 800; 900+n; 1000 Ом. Рассчитать зависимости абсолютной и относительной основных погрешностей от результата измерений. Результаты представить в виде таблицы.

Задача 5. Микроамперметр на 100+5n мкА имеет шкалу в 200 делений. Определите цену деления и возможную погрешность в делениях шкалы, если на шкале прибора имеется обозначение класса точности 1,0.

Задача 6. Поправка к показанию прибора в середине его шкалы $C = + 1$ ед. Определите абсолютную погрешность и возможный класс точности прибора, если его шкала имеет 50+2n делений = 100 ед.

Задача 7. Сопротивление магнитоэлектрического амперметра без шунта $R_0 = 1$ Ом. Прибор имеет $100+5n$ делений, цена деления $0,001$ А/дел. Определите предел измерения прибора при подключении шунта с сопротивлением $R = 52,6 \times 10^{-3}$ Ом и цену деления.

Задача 8. Определите абсолютную погрешность измерения постоянного тока амперметром, если он в цепи с образцовым сопротивлением 5 Ом показал ток 5 А, а при замене прибора образцовым амперметром для получения тех же показаний пришлось уменьшить напряжение на 1 В.

Задача 9. Для измерения тока $I = 0,1-0,005n$ мА необходимо определить класс точности магнитоэлектрического миллиамперметра с конечным значением шкалы $I_N = 0,5$ мА, чтобы относительная погрешность измерения тока не превышала 1% .

Задача 10. Для определения мощности в цепи постоянного тока были измерены напряжение сети $U = 200+n$ В вольтметром класса точности $1,0$ с пределом измерений $U_N = 300$ В, ток $I = 25+0,2n$ А амперметром класса точности $1,0$ с пределом измерений $I_N = 30$ А. Определить мощность, потребляемую приемником, а также относительную и абсолютные погрешности ее определения.

Задача 11. Необходимо измерить ток $I = 4+0,01A$. Имеются два амперметра: один класса точности $0,5$ имеет верхний предел измерения $I = 25$ А, другой класса точности $1,5$ имеет верхний предел измерения $I = 5$ А. Определите, у какого прибора меньше предел допускаемой основной относительной погрешности, а также, какой прибор лучше использовать для указанного тока.

Задача 12. Определите относительную погрешность измерения в начале шкалы (для $30+n$ делений) для прибора класса $0,5$, имеющего шкалу 100 делений. Насколько эта погрешность больше погрешности на последнем — сотом делении шкалы прибора?

2.2.3. Определение среднеквадратического отклонения и доверительного интервала

Цель занятия: получить практические навыки решения задач на вычисление математического ожидания и среднеквадратического отклонения.

Задача 1. Проведено пять независимых наблюдений одного и того же напряжения $U_1 = 1944$ В, $U_2 = 1961$ В, $U_3 = 1951$ В, $U_4 = 1955$ В, $U_5 = 1967$ В. Найти результат измерения, его среднеквадратическое отклонение и доверительный интервал при вероятности $P=0,95$. Систематической погрешностью можно пренебречь.

В задаче требуется найти результат измерения. Для этого можно воспользоваться формулой

$$U = U_{cp},$$

где U_{cp} – среднее арифметическое значение для пяти измерений.

$$U_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n U_i}{n} = 1955,6 \text{ В.}$$

Определим среднеквадратическое отклонение U от U_{cp} :

$$\sigma_U = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (U_i - \bar{U})^2}{n(n-1)}} = 3,97 \text{ мВ.}$$

Таблица 2.2

Значения квантиля распределения Стьюдента

Число степеней свободы	Уровень					
	0,10	0,05	0,02	0,01	0,002	0,001
1	6,314	12,71	31,82	63,66	318,3	636,6
2	2,920	4,303	6,965	9,925	22,33	31,60
3	2,353	3,182	4,541	5,841	10,21	12,92
4	2,132	2,776	3,747	4,604	7,173	8,610
5	2,015	2,571	3,365	4,032	5,893	6,869
6	1,943	2,447	3,143	3,707	5,208	5,959
7	1,895	2,365	2,998	3,499	4,785	5,408
8	1,860	2,306	2,896	3,355	4,501	5,041
9	1,833	2,262	2,821	3,250	4,297	4,781
10	1,812	2,228	2,764	3,169	4,144	4,587
11	1,796	2,201	2,718	3,106	4,025	4,437
12	1,782	2,179	2,681	3,055	3,930	4,318
13	1,771	2,160	2,650	3,012	3,852	4,221
14	1,761	2,145	2,624	2,977	3,787	4,140

15	1,753	2,131	2,602	2,947	3,733	4,073
16	1,746	2,120	2,583	2,921	3,686	4,015
17	1,740	2,110	2,567	2,898	3,646	3,965
18	1,734	2,101	2,552	2,878	3,610	3,922
19	1,729	2,093	2,539	2,861	3,579	3,883
20	1,725	2,086	2,528	2,845	3,552	3,850
21	1,721	2,080	2,518	2,831	3,527	3,819
22	1,717	2,074	2,508	2,819	3,505	3,792
23	1,714	2,069	2,500	2,807	3,485	3,767
24	1,711	2,064	2,492	2,797	3,467	3,745
25	1,708	2,060	2,485	2,787	3,450	3,725

По таблице 2.2 находим значение критерия Стьюдента t_p при доверительной вероятности $P = 0,95$ (уровне 0,05) и $n - 1 = 4$. Значение $t_p = 2,776$.

Доверительные границы истинного значения напряжения с вероятностью $P = 0,95$ рассчитываются по формуле

$$\bar{U} \pm t_p \cdot \sigma_{\bar{U}}.$$

$1955,6 - 2,776 \cdot 3,97 < U < 1955,6 + 2,776 \cdot 3,97$; или
 $1944,6 \text{ В} < U < 1966,6 \text{ В}$ при $P=0,95$; или $1955,6 \pm 11,0 \text{ В}$ при $P=0,95$.

Задачи для самостоятельного решения

Задача 2. При многократном изменении температуры t в производственном помещении получены значения в градусах Цельсия: 20,4; 20,2; 20,0; 20,5; 19,7; 20,3; 20,4; 20,1. Определить опытное среднеквадратическое отклонение.

Задача 3. Определить доверительный интервал и записать результат измерения напряжения $37,186 \pm 0,02n \text{ В}$ при среднеквадратическом отклонении погрешности измерения 0,249 В, если проведено 5 измерений, а доверительная вероятность 0,95.

Задача 4. При многократном измерении силы F получены значения в ньютонах (Н): 403; 408; 410; 405; 406; 398; 496; 404. Укажите доверительные границы истинного значения силы с вероятностью $P = 0,95$ (0,9, 0,8).

Задача 5. При многократном измерении силы электрического тока получены значения в амперах (А): $0,8 \pm 0,001n$; 0,85; 0,8; 0,79; 0,82; $0,78 \pm 0,001n$; 0,79; 0,8; 0,84. Укажите доверительные границы истинного

значения силы тока с вероятностью $P = 0,95$.

Задача 6. При многократном измерении температуры объекта получены значения в градусах Цельсия ($^{\circ}\text{C}$): 40,4; 41,0; 40,2; 40,0+0,005n; 43,5; 42,7; 40,3; 40,4; 40,8 $^{\circ}\text{C}$. Укажите доверительные границы истинного значения температуры с вероятностью $P = 0,99$.

Задача 7. При многократном измерении уровня жидкости L в технологическом резервуаре получены значения в метрах (м): 64; 64,25; 64,3; 64,4; 65; 64,5; 64,9; 63,7; 64,8. Укажите доверительные границы истинного значения уровня с вероятностью $P = 0,99$.

Задача 8. При многократном измерении диаметра детали d получены следующие значения в микрометрах (мкм): 9990,3; 9990; 9989,8; 9989,9; 9990,4; 9990; 9990,3; 9989,1; 9990,5; 9990,4; 9990. Укажите доверительные границы истинного значения диаметра с вероятностью $P = 0,95$.

Задача 9. Определить доверительный интервал и записать результат измерения мощности $87,35+0,05n$ Вт при среднеквадратическом отклонении 0,164 Вт, если число измерений равно 7, а доверительная вероятность 0,95.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

2.2.4. Обнаружение грубых погрешностей

Цель занятия: получить практические навыки обработки результатов измерений по обнаружению грубых погрешностей с использованием критериев 3σ , Романовского или Шовене.

Пример решения задачи.

Задача 1. При диагностировании топливной системы автомобиля результаты пяти измерений расхода топлива составили: 22, 24, 26, 28, 30 л на 100 км. Последний результат вызывает сомнение. Проверить по критерию Романовского при уровне значимости 0,01, не является ли этот результат промахом.

Решение.

Найдем среднее арифметическое значение расхода топлива и его СКО без учета последнего результата, т. е. для четырех измерений. Они соответственно равны 25 и 2,6 л на 100 км.

Поскольку $n < 20$, то по критерию Романовского при уровне значимости 0,01 и $n = 4$ табличный коэффициент (таблица 2.3) $\beta_T = 1,73$. Вычисленное значение для последнего, пятого измерения $\beta = |(25-30)|/2,6 = 1,92 > 1,73$.

Таблица 2.3

Значения критерия Романовского

q	n = 4	n = 6	n = 8	n = 10	n = 12	n = 15	n = 20
0,01	1,73	2,16	2,43	2,62	2,75	2,90	3,08
0,02	1,72	2,13	2,37	2,54	2,66	2,80	2,96
0,05	1,71	2,10	2,27	2,41	2,52	2,64	2,78
0,10	1,69	2,00	2,17	2,29	2,39	2,49	2,62

Критерий Романовского свидетельствует о необходимости отбрасывания последнего результата измерения.

Задачи для самостоятельного решения

Задача 2. Есть значения, равные 0,376; 0,398; 0,371; 0,366; 0,372 и 0,379. Определить по критерию Шовене, содержит ли эта серия грубые ошибки (промахи)?

Задача 3. По критерию 3 сигма определить промах в ряду погрешностей: 8,07; 8,05; 8,10; 8,16; 8,18; 8,14; 8,06; 8,10; 8,22; 8,11; 8,15; 8,09; 8,14; 8,12; 8,13; 8,18; 8,20; 8,17; 8,06; 8,04; 8,11; 8,09; 8,14; 8,16; 8,50.

Задача 4. Результаты измерения выборки деталей, обработанных на шлифовальном станке, образуют следующий ряд отклонений от номинала (мкм):

24	32	50	38	27	26	34	30	33	28
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Проверить данные на наличие грубой погрешности, применив все возможные критерии. Сделать вывод о достоинствах и недостатках критериев. Объяснить, какой критерий является предпочтительным в данном случае.

Задача 5. Для приведенного ряда измерений провести проверку на наличие промахов, используя все возможные критерии:

25	25	23	22	25	25	23	24	26	24
23	26	25	25	23	25	28	25	23	24
25	23	23	25	24	24	25	24	23	24

Объяснить, какой критерий является предпочтительным в данном случае.

Задача 6. Штангенциркулем были проведены измерения длины металлического бруска. Было проведено 10 замеров и получены следующие значения (мм):

31,0	31,1	31,2	31,3	31,0	31,0	31,1	31,0	31,0	31,1
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Цена деления штангенциркуля 0,1 мм. Определить длину бруска с учетом абсолютной и относительной погрешности измерений.

Задача 7. Оценить результаты измерений (правильная или неправильная запись): $17,0 \pm 0,2$; $17 \pm 0,2$; $17,00 \pm 0,2$; $12,13 \pm 0,2$; $12,13 \pm 0,17$; $12,1 \pm 0,17$; $46,402 \pm 0,15$; $46,4 \pm 0,15$; $46,40 \pm 0,15$. Округлить: (до сотых) $0,7439 \pm 0,0791$; (до десятых) $2,7849 \pm 0,98$; (до десятков) 789 ± 32 .

2.2.5. Нахождение погрешностей косвенных измерений

Цель занятия: получить практические навыки нахождения погрешностей косвенных измерений.

Задача 1. Необходимо определить мощность электрического тока на некотором сопротивлении. При этом с помощью прямых измерений получены значения напряжения и сопротивления:

$$U = (150 \pm 10) \text{ В}; \quad \delta U = 7 \text{ } \%$$

$$R = (18 \pm 1) \text{ Ом}; \quad \delta R = 6 \text{ } \%$$

Решение.

Мощность электрического тока определяется по формуле: $P = \frac{U^2}{R}$.

Вычислим среднее значение мощности электрического тока:

$$P_{cp} = \frac{150^2}{18} = 1250 \text{ Вт} \approx 1,3 \cdot 10^3 \text{ Вт}.$$

Здесь при округлении учтено, что наименьшее число значащих цифр в результатах измерения равно двум. Это цифры, которыми определено сопротивление.

Теперь определим абсолютную погрешность этого косвенного измерения. Это можно сделать тремя способами.

Первый способ определения абсолютной погрешности косвенного измерения состоит в том, что сначала определяют значения частных производных. Затем вычисляются погрешности от каждого аргумента, и, наконец, определяется полная абсолютная погрешность, а затем и относительная погрешность. Применим эти рассуждения к нашему примеру.

1. Находим частные производные и вычисляем их значения при средних значениях аргументов

$$\frac{\partial P}{\partial U} = \frac{2 \cdot U}{R} = \frac{2 \cdot 150}{18} = 16,7 \text{ Вт/В}.$$

$$\frac{\partial P}{\partial R} = -\frac{U^2}{R^2} = -\frac{150^2}{18^2} = -69,4 \text{ Вт/Ом}.$$

2. Вычисляем составляющие погрешности от каждого аргумента:

$$\Delta P_U = \left| \frac{\partial P}{\partial U} \right| \cdot \Delta U = 16,7 \cdot 10 = 167 \text{ Вт}.$$

$$\Delta P_R = \left| \frac{\partial P}{\partial R} \right| \cdot \Delta R = 69,4 \cdot 1 = 69,4 \text{ Вт}.$$

3. Вычисляем полную абсолютную погрешность:

$$\Delta P = \sqrt{(\Delta P_U)^2 + (\Delta P_R)^2} = \sqrt{167^2 + 69,4^2} = 180,85 \text{ Вт} \approx 200 \text{ Вт} \\ = 0,2 \cdot 10^3 \text{ Вт}.$$

4. Вычисляем относительную погрешность:

$$\delta P = \frac{\Delta P}{P} \cdot 100\% = \frac{0,2 \cdot 10^3}{1,3 \cdot 10^3} \cdot 100\% = 15\%.$$

5. Запишем результат данного косвенного измерения:

$$P = (1,3 \pm 0,2) \cdot 10^3 \text{ Вт}; \delta P = 15\%.$$

Второй способ определения абсолютной погрешности косвенного измерения состоит в том, что сначала определяют приращения измеряемой величины по ее аргументам, а затем вычисляется полная

абсолютная погрешность и относительная погрешность. Применим этот способ к нашему примеру.

1. Найдем приращения функции по ее аргументам:

$$\Delta P_U = |P(U + \Delta U, R) - P(U, R)| = \left| \frac{(150 + 10)^2}{18} - 1250 \right| = 172,2 \text{ Вт};$$

$$\Delta P_R = |P(U, R + \Delta R) - P(U, R)| = \left| \frac{150^2}{19} - 1250 \right| = 65,8 \text{ Вт}.$$

2. Вычислим полную абсолютную погрешность:

$$\Delta P = \sqrt{(\Delta P)_U^2 + (\Delta P)_R^2} = \sqrt{172,2^2 + 65,8^2} = 184,3 \text{ Вт} \approx 0,2 \cdot 10^3 \text{ Вт}.$$

3. Вычисляем относительную погрешность:

$$\delta P = \frac{\Delta P}{P} \cdot 100\% = \frac{0,2 \cdot 10^3}{1,3 \cdot 10^3} \cdot 100\% = 15\%.$$

4. Записываем результат измерения:

$$P = (1,3 \pm 0,2) \cdot 10^3 \text{ Вт}; \quad \delta P = 15\%.$$

Третий способ состоит в том, что сначала можно определить относительную погрешность:

$$\delta P = \frac{\Delta P}{P} \approx \Delta \ln P.$$

1. Прологарифмируем выражение для мощности:

$$\ln P = 2 \ln U - \ln R.$$

2. Найдем приращение логарифма мощности:

$$\Delta \ln P = \frac{2 \cdot \Delta U}{U} + \frac{\Delta R}{R}.$$

Здесь вместо знака «минус» ставим знак «плюс», чтобы определить максимальную абсолютную погрешность, которая определяется положительной величиной.

3. Вычисляем относительную погрешность:

$$\delta P = \frac{2 \cdot 10}{150} + \frac{1}{18} = 0,19.$$

4. Выразим относительную погрешность в процентах: $\delta P = 19\%$.

5. По относительной погрешности найдем абсолютную погрешность:

$$\Delta P = \delta P \cdot \langle P \rangle = 0,19 \cdot 1250 = 236 \text{ Вт} \approx 0,2 \cdot 10^3 \text{ Вт}.$$

6. Записываем окончательный результат:

$$P = (1,3 \pm 0,2) \cdot 10^3 \text{ Вт} \quad \delta P = 19\%.$$

При вычислении абсолютной и относительной погрешности косвенных измерений можно пользоваться любым методом, но наиболее обоснованными являются первые два метода. Поэтому они для нас будут предпочтительными. Кроме того, третий метод используется только в случае если формула, определяющая величину, представляет собой дробь или произведение некоторых величин.

Задачи для самостоятельного решения

Задача 2. Измерение мощности P в активной нагрузке сопротивлением 20 Ом определяется с помощью вольтметра класс точности 1,0 с пределом измерения $U_r = 220$ В. Оценить измеренную мощность и погрешность, если прибор показал $U_n = 100 + 3n$ В.

Задача 3. Требуется рассчитать энергию, потребленную нагрузкой, и среднюю квадратическую погрешность ее определения. Энергия определена косвенным методом по показаниям: амперметра $I = (20 \pm 0,25)$ А; омметра $R = (15 \pm 0,01)$ Ом; секундомера $t = (3600 \pm 0,5)$ с. Известно, что энергия W связана с измеренными физическими величинами соотношением $W = I^2 R T$.

Задача 4. Счетчик электроэнергии класса точности 1 показал за два часа потребляемую лампочкой и холодильником электроэнергию 0,140 кВт·ч. Жители квартиры измерили потребляемую мощность самостоятельно, используя вольтметр и амперметр с классами точности 0,5 и 0,6; пределами измерений 250 В и 2 А, результаты измерений 220 В и 55 А, соответственно.

Определите, необходимо ли заменить счетчик, если относительная погрешность измерения времени 0,5%?

2.3. Расчетно-графическая работа

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Основные понятия метрологического и инженерного эксперимента.
2. Классификация и основные характеристики средств измерений.
3. Оценка погрешностей при измерениях.
4. Электрический сигнал и формы его представления.
5. Электромеханические и электронные приборы.
6. Методы и средства измерений неэлектрических величин.
7. Цифровые измерительные приборы.
8. Применение вычислительной техники при измерениях.
9. Информационно-измерительные системы.
10. Измерительно-вычислительные комплексы.
11. Организационные основы метрологического обеспечения.
12. Научные основы метрологического обеспечения.
13. Методические основы метрологического обеспечения.
14. Правовые основы метрологического обеспечения.
15. Основные положения закона РФ об обеспечении единства измерений.
16. Структура и функции метрологической службы предприятия.
17. Структура и функции метрологической службы организации, учреждения.
18. Сертификация, ее роль в повышении качества продукции и развитие на международном, региональном и национальном уровнях.
19. Метрологическое обеспечение в области природообустройства и водопользования.
20. Правовые основы стандартизации.
21. Международные организация по стандартизации (ИСО, МЭК).
22. Основные положения государственной системы стандартизации ГСС.
23. Научная база стандартизации.
24. Определение оптимального уровня унификации и стандартизации.
25. Стандарты серии 9000 («Управления качеством»).

26. Стандарты серий 17 («Охрана природы») и ИСО-14000 («Управление качеством окружающей среды»).
27. Основные цели и объекты сертификации.
28. Термины и определения в области сертификации.
29. Качество продукции и защита потребителя.
30. Схемы и системы сертификации.
31. Условия осуществления сертификации.
32. Обязательная и добровольная сертификация.
33. Правила и порядок проведения сертификации.
34. Органы по сертификации и испытательные лаборатории.
35. Аккредитация органов по сертификации и испытательных (измерительных) лабораторий.
36. Сертификация услуг.
37. Сертификация систем качества.
38. Экологическая сертификация.

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Задача 1. Термометром с заданной шкалой, имеющим относительную погрешность δ_t , измерены значения температуры. Результаты измерений представлены в таблице 2.4. Рассчитать зависимости абсолютной, относительной и приведенной погрешностей от результата измерений.

Таблица 2.4

Исходные данные

Номер варианта	Диапазон шкалы, °C	Значение погрешности, %	Результаты измерения t , °C
1	−100...100	1,0	−50; −25; 0; 25; 50; 75; 100
2	−50...100	0,5	−50; −20; −5; 15; 50; 87; 99
3	−50...50	1,5	−45; −25; −5; 5; 15; 35; 50
4	0...100	2,0	10; 20; 40; 50; 60; 80; 100
5	0...200	2,5	40; 80; 100; 120; 150; 180; 200
6	−200...200	0,1	−200; −150; −50; 0; 15; 100; 160
7	0...200	1,0	10; 40; 80; 120; 150; 170; 200
8	−150...150	1,6	−100; −80; −60; −40; −20; 10; 30
9	−50...150	2,7	40; 65; 90; 120; 130; 140; 150
10	0...400	4,0	50; 100; 150; 200; 250; 300; 350
11	0...150	3,5	10; 30; 70; 110; 120; 140; 150
12	100...200	3,0	110; 130; 143; 150; 170; 190; 198

13	−100...200	2,2	−90; −40; 40; 80; 150; 170; 195
14	50...200	1,2	55; 70; 100; 120; 150; 180; 200
15	100...250	1,8	110; 130; 180; 200; 215; 240; 250
16	50...120	1,9	51; 60; 70; 91; 98; 110; 120
17	−50...120	0,7	−40; −38; −17; −5; 12; 25; 100
18	0...180	0,9	0; 25; 50; 57; 82; 90; 100
19	0...250	1,7	150; 180; 200; 210; 220; 240; 250
20	−10...200	2,1	0; 28; 42; 60; 78; 95; 150

Результаты представить в виде таблицы и графиков.

Задача 2. При измерении мирового рекорда на спринтерской дистанции 100 м использовался электронный секундомер с относительной инструментальной погрешностью 0,2%. Время действующего мирового рекорда равно $(8,745 \pm 0,001)$ с. Можно ли уверенно утверждать, что время $8,70 \pm 0,002$ с является новым мировым рекордом? Ответ обоснуйте математическим неравенством.

Задача 3. На бензоколонке заливают бензин с абсолютной систематической погрешностью $\Delta = 0,1$ л при каждой заправке. Вычислите относительные погрешности, возникающие при покупке $12 \pm n$ л и 40 л

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится с целью оценки качества усвоения студентами всего объема содержания дисциплины и определения фактически достигнутых знаний, навыков и умений, а также компетенций, сформированных за время аудиторных занятий и самостоятельной работы студента.

Оценка «отлично». Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания базовых нормативно-правовых и нормативно-технических актов. Соблюдаются нормы литературной речи. (Тест: количество правильных ответов > 90 %).

Оценка «хорошо». Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Базовые нормативно-правовые и нормативно-технические акты используются, но в недостаточном объеме. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями.

Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи. (Тест: количество правильных ответов > 70 %).

Оценка «удовлетворительно». Допускаются нарушения в последовательности изложения. Имеются упоминания об отдельных базовых нормативно-правовых и нормативно-технических актах. Неполно

раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, с трудом решаются конкретные задачи. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи. (Тест: количество правильных ответов > 50 %).

Оценка «неудовлетворительно». Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи. (Тест: количество правильных ответов <50 %).

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Метрология	ОПК-4, ОПК-6, ОПК-7, ОПК-8	Практические занятия Зачёт
2	Стандартизация	ОПК-4, ОПК-6, ОПК-7, ОПК-8	Практические занятия Зачёт
3	Сертификация	ОПК-4, ОПК-6, ОПК-7, ОПК-8	Практические занятия Зачёт

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Лабораторная работа считается защищённой, если она сдана учащимся на оценку «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно».

Оценка «отлично». Выполнены все задания лабораторной работы, студент чётко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

Оценка «хорошо». Выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

Оценка «удовлетворительно». Выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

Оценка «неудовлетворительно». Студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Зачёт проводится в письменной форме с последующим опросом учащегося. На зачёте студент в письменной форме даёт ответ не менее чем на 2 вопроса по пройденному курсу (вопросы указаны в п. 7.2.4).

Результаты знаний учащихся на зачёте оцениваются по двухбалльной шкале с оценками:

- «зачтено»;
- «не зачтено».

Оценка знаний производится по следующим критериям. Оценка «зачтено» выставляется, если:

1. Студент демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.

2. Студент демонстрирует значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.

3. Студент демонстрирует частичное понимание заданий. Большинство требований, предъявляемых к заданию выполнены.

Оценка «не зачтено» выставляется, если:

1. Студент демонстрирует небольшое понимание заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены.

2. Студент демонстрирует непонимание заданий.

3. У студента нет ответа. Не было попытки выполнить задание.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Акимов, В.И. Решение метрологических задач методом статистического моделирования: учеб. пособие / В.И. Акимов. – Воронеж: ВГТУ, 1996. – 117 с.

2. Байделюк, В.С. Метрология, стандартизация и сертификация: лабораторный практикум для направлений 151000.62, 190100.62, 051000.62 очной, заочной форм обучения / В.С. Байделюк, Я.С. Гончарова. – Красноярск: СибГТУ, 2012. – 90 с. – Доступ по паролю. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428845>

3. Волхонов, В.И. Метрология, стандартизация и сертификация: учебное пособие / В.И. Волхонов; Е.И. Шклярова. – М.: Альтаир-МГАВТ,

2011. – 246 с. – Доступ по паролю. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430004>

4. Голых, Ю.Г. Метрология, стандартизация и сертификация. Lab VIEW: практикум по оценке результатов измерений; учебное пособие / Ю.Г. Голых, Т.И. Танкович. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2014. – 140 с. – Доступ по паролю. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364557>

5. Димов, Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник / Ю.В. Димов. – 4-е изд. – СПб: Питер, 2013. – 496 с.

6. Метрология, стандартизация, сертификация: учебно-методическое пособие к выполнению курсовой работы / Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т. – Воронеж: [б. и.], 2015. – 124 с.

7. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника: учеб. пособие / под ред. К.К. Кима. – СПб.: Питер, 2008. – 368 с.

8. Орловцева, О.А. Метрология, стандартизация, сертификация: учебное пособие / О.А. Орловцева. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2018. – 223 с.

9. Стандартизация, метрология и сертификация в строительстве: метод. указания к выполнению лаборатор. работ по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» для студ., обучающихся по спец. 270106 «Производство строит. материалов, изделий и конструкций», бакалавров и магистрантов направления 270800 – «Строительство» / Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т; сост.: Г.С. Славчева, Н.А. Верлина, А.И. Воронин. – Воронеж: [б. и.], 2012. – 30 с.

10. Устинов, Ю.Ф. Метрология, стандартизация, сертификация: учебно-методическое пособие: рекомендовано ВГАСУ / Ю.Ф. Устинов. – Воронеж: [б. и.], 2009. – 93 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. Консультирование посредством электронной почты.

2. Использование презентаций при проведении лекционных, лабораторных и практических занятий.

3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru/>.

4. MathCad.

5. MatLab.

6. Информационная система «СтройКонсультант» (ауд. 5407).

7. Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» (ауд. 5407).

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Компьютерный класс ПЭВМ (ауд. 1403), 15 ед. ПЭМВ. Компьютерный класс ПЭВМ (ауд. 1405), 15 ед. ПЭМВ. Компьютерный класс ПЭВМ (ауд. 1406), 15 ед. ПЭМВ. Компьютерный класс ПЭВМ (ауд. 1407), 20 ед. ПЭМВ. Лаборатория автоматизированного проектирования (ауд. 1305а, 1308). Лаборатория «Основы метрологии» (ауд. 1308). Контрольно-измерительные приборы (Универсальные типа ВК-9, ВК-15, электронные вольтметры и частотомеры (ЧЗ-33 и ЧЗ-34) Универсальные и уникальные лабораторные стенды, виртуальные измерительные комплексы, стенды, набор плакатов по темам, набор документов по метрологии, стандартизации и сертификации.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Метрология, сертификация и стандартизация» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета задач по метрологии. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять

	теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.