

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Максимов Алексей Борисович  
Должность: директор департамента по образовательной политике  
Дата подписания: 26.10.2023 11:10:26  
Уникальный программный ключ:  
8db180d1a3f02ac9480d9a14055c06ud

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Метрологическое обеспечение в высокотехнологичном производстве**

Направление подготовки

**27.04.02 Управление качеством**

*Профиль подготовки*

**Управление качеством в Индустрии 4.0**

Квалификация (степень) выпускника  
**магистр**

Форма обучения  
**заочная**

**Москва 2022**

## **1. Цель освоение дисциплины**

Цель – подготовка магистрантов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой магистра по направлению 27.04.02 «Управление качеством» и профилю подготовки «Управление качеством в Индустрии 4.0».

- формирование теоретических знаний и практических навыков в области организации системы метрологического обеспечения на стадии производства продукции.

Основными задачами дисциплины являются:

- сформировать у обучающихся системное представление о метрологическом обеспечении производственных процессов, в том числе на стадии производства продукции, о комплексах мероприятий по установлению и применению научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства, точности, полноты, своевременности и оперативности измерений, достоверности контроля параметров и характеристик объектов, направленных на достижение, поддержания и повышения уровня качества выпускаемой продукции;

- ознакомить с проблемами метрологического обеспечения продукции в течение её жизненного цикла и, особенно, на стадии производства продукции и направлениями их решения;

- изучить и практически освоить виды метрологической деятельности на стадии производства деталей;

- изучить и практически освоить измерительные задачи, виды измерений, их классификацию;

- ознакомить с основами оценки экономической эффективности метрологического обеспечения производственных процессов.

## **2. Место дисциплины в структуре ОП магистратуры**

Дисциплина относится к числу учебных дисциплин вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» (Б1.2) образовательной программы магистратуры по направлению 27.04.02 «Управление качеством» и профилю подготовки «Управление качеством в Индустрии 4.0».

Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ОП:

В Блоке 1 Дисциплины (модули):

- Технология и организация высокотехнологичного производства;

- Нормативно-правовое обеспечение управления качества;

- Статистические методы контроля

**3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Категория компетенций	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
<p>Анализ причин, вызывающих снижение качества продукции (работ, услуг), разработка планов мероприятий по их устранению</p>	<p><b>ПК-1</b>                      способность обеспечивать выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту (ТОиР), диагностическому обследованию (ДО) газотранспортного оборудования</p>	<p>Анализ дефектов, вызывающих ухудшение качественных и количественных показателей продукции (услуг) на стадии производства продукции и оказания услуг                      Выявление причин возникновения дефектов, вызывающих ухудшение качественных и количественных показателей продукции (услуг) на стадии производства продукции и оказания услуг                      Разработка корректирующих действий по устранению дефектов, вызывающих ухудшение качественных и количественных показателей продукции (услуг) на стадии производства продукции и оказания услуг                      Анализ результатов проведения корректирующих действий по устранению дефектов, вызывающих ухудшение качественных и количественных показателей продукции (услуг) на стадии производства продукции и оказания услуг                      Представление руководству отчета по анализу результатов проведения корректирующих действий по устранению дефектов, вызывающих ухудшение качественных и количественных показателей продукции (услуг) на стадии производства продукции и оказания услуг                      Применять актуальную нормативную документацию в области управления</p>

		<p>качеством производства изделий (оказания услуг)</p> <p>Применять методы квалитметрического анализа продукции (услуг)</p> <p>Национальная и международная нормативная база в области управления качеством продукции (услуг)</p> <p>Основные методы квалитметрического анализа продукции (услуг) при производстве изделий (оказании услуг)</p> <p>Основные методы управления качеством при производстве изделий (оказании услуг)</p> <p>Деятельность, направленная на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразии актуальных способов решения задач</p>
--	--	--

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 3
Общая трудоемкость по учебному плану	108 (3 з.е.)	108 (3 з.е.)
Аудиторные занятия (всего), в том числе:	45	45
Лекции	15	15
Лабораторные занятия		
Семинары и практические занятия	30	30
Самостоятельная работа	63	63
Курсовая работа		
Курсовой проект		
Вид промежуточной аттестации		экзамен

Структура и содержание дисциплины «Метрологическое обеспечение в высокотехнологичном производстве» по срокам и видам работы отражены в Приложении.

#### Содержание разделов дисциплины

##### Ведение.

Основные понятия о производственном процессе. Стадии производства, их краткая характеристика для условий машиностроения. Характеристика стадии «производство продукции».

Понятие «метрологическое обеспечение». Объекты изучения, цель и основные задачи дисциплины «Метрологическое обеспечение на стадии производства продукции». Метрологическое обеспечение (МО) как взаимосвязанная совокупность разнообразных видов метрологической деятельности, обусловленная требованиями к качеству выпускаемой продукции. Роль метрологического обеспечения на различных этапах развития хозяйственных отношений, в повышении качества продукции. МО в условиях свободного рынка.

### **Основные цели и задачи метрологического обеспечения.**

Основные цели МО на стадии производства продукции. Роль МО в повышении качества продукции, эффективности управления производством и уровня автоматизации производственных процессов; обеспечении взаимозаменяемости деталей, узлов и сборочных единиц; обеспечении высокого качества и надежности технических систем.

Основные задачи МО, решаемые на различных уровнях. Задачи Росстандарта России в области МО. Основные задачи МО, решаемые на уровне министерств (ведомств). Основные задачи МО на предприятии (в организации).

### **Объекты и компоненты метрологического обеспечения.**

Производство как объект метрологического обеспечения. Особенности МО на различных стадиях производства, включая разработку конструкторской и технологической документации, подготовку производства, технологические процессы, контроль качества сырья и готовой продукции. МО измерений как процесса получения измерительной информации.

Характеристика МО на стадии производства продукции.

Компоненты МО: научная, техническая, нормативная и организационная. Их содержание и роль в общей системе МО.

### **Научная основа метрологического обеспечения.**

Метрология как научная основа МО. Системные проблемы МО и пути их решения. Научные основы выбора номенклатуры измеряемых и контролируемых величин, средств измерений и контроля, методик измерений и поверки средств измерений, оценки качества измерений и контроля и его влияния на качество продукции.

### **Нормативная основа метрологического обеспечения.**

Документы Государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ) как нормативная основа МО, включающая взаимоувязанные правила, положения, требования и нормы, организацию и методику проведения работ по оценке и обеспечению точности измерений. Основные нормативные документы в области МО.

### **Организационная основа метрологического обеспечения.**

Структура организационной основы МО: Государственная метрологическая служба (ГМС), включающая государственные научные метрологические центры (ГНМЦ) и органы ГМС на территориях субъектов Российской Федерации; Государственная служба времени и частоты и определения параметров вращения Земли (ГСВЧ); Государственная служба стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов (ГССО); Государственная служба стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов (ГСССД); метрологические службы государственных органов управления и юри-

дических лиц (МС). Назначение и задачи метрологических и иных служб, составляющих организационную основу МО.

### **Техническая основа метрологического обеспечения.**

Элементы технической основы МО. Их содержание, значение и роль в формировании технической основы МО. Системы государственных эталонов единиц величин и передачи размеров единиц величин. Испытания и утверждение типа средств измерений, метрологическая аттестация нестандартизованных средств измерений. Поверка и калибровка средств измерений как элементы технической основы МО. Система стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов. Система стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов.

### **Основы технических измерений.**

Величины и их измерения. Воспроизведение единиц величин. Виды и методы измерений. Контроль и испытания продукции. Виды контроля. Классификация средств измерений. Основные метрологические характеристики средств измерений и способы их нормирования. Нормальные условия выполнения измерений. Допускаемые погрешности измерений.

Погрешности средств измерений. Приемочные границы и производственный допуск. Ошибки 1 и 2 рода при проведении контроля.

Понятие о точности измерений. Погрешности измерений. Систематические и случайные погрешности. Погрешность метода измерений, инструментальные и субъективные погрешности. Оценка погрешности измерения. Причины возникновения погрешностей измерения. Суммирование погрешностей измерения. Международные рекомендации о представлении результатов измерений.

Понятие неопределенности результатов измерений. Стандартные, суммарные и расширенные неопределенности и способы их оценки. Взаимосвязь погрешности и неопределенности измерений.

*Единство измерений. Анализ и расчет точности измерений* – основные положения обеспечения единства измерений, решаемые государственной и отраслевыми системами обеспечения единства измерений, структурная схема средств измерений, схемы преобразования измерительной информации, классификация погрешностей измерения и их анализ.

*Методы выбора СИ. Условия выполнения измерений* – основные методы выбора средств измерений, их классификация по классам точности, оценка точности средств измерений, виды нормативных условий выполнения измерений: унифицированные и расширенные.

*Методы неразрушающего контроля* – скрытые дефекты и их влияние на качество готового изделия и его работоспособности; основные методы и виды неразрушающего контроля: акустический, магнитный, радиационный, тепловой, электрический, капиллярный, оптический и др.

*Статистический анализ результатов измерений* – общие положения статистического анализа результатов измерений, распределение случайных величин и их закономерности.

*Статистическая обработка результатов измерений* – графические данные для обработки результатов измерений, способы проверки статистических гипотез, критерии согласия.

*Обработка результатов прямых измерений* – основные способы обработки измерения при линейной зависимости, методы приведения. Способы исключения случайных грубых погрешностей (промахов) и систематических погрешностей, а также проверка статистической гипотезы о нормальном распределении.

### **Основные виды метрологической деятельности на стадии производства деталей.**

*Метрологическая аттестация МВИ* – разработка метода выполнения измерений (МВИ), основные требования к их построению, содержанию и изложению, порядок и основные задачи при проведении метрологической аттестации МВИ.

*Метрологическая экспертиза конструкторской и технологической документации* - основные положения, задачи, необходимость, условия проведения МЭ на стадии изготовления изделий. Разработка рабочих чертежей. Проверка качества рабочих чертежей. Методическое обеспечение проведения метрологической экспертизы. Проверка требований к свойствам изделия. Соответствие показателей точности измерений требованиям эффективности и достоверности контроля и взаимозаменяемости. Группы характеристик погрешности измерений. Номенклатура выбираемых характеристик погрешности измерений. Определение нормы точности. Допускаемые отклонения на параметры и допускаемые погрешности их оценки. Требования к нормам точности и контролю допускаемых отклонений. Условия, определяющие уровень норм точности измерений. Основные принципы разработки требований к средствам измерений.

*Метрологическая экспертиза технологической документации.* Задачи экспертизы. Виды технологических документов. Содержание проверки. Пример проверки.

*Поверка и ремонт средств измерений.* Государственная поверочная схема. Локальная поверочная схема. Общий вид государственной поверочной схемы. Методика поверки. Операции поверки. Определение метрологических характеристик. Право аккредитованной метрологической службы.

Требования к помещению и оборудованию поверочных подразделений метрологической службы. Требования ГОСТ 8-395-80. Требования к помещению в зависимости от видов поверяемых СИ. Требования к размещению оборудования. Организация рабочего места поверителя. Санитарно-гигиенические требования.

*Организация различных видов контроля качества* – задачи организации контроля качества, особенности проведения технического контроля, качественные



и количественные признаки качества продукции, стадии формирования качества продукции, классификация видов технического контроля, основы квалиметрии и сертификации.

*Анализ точности и стабильности технологического процесса* – основные положения контроля точности технологических процессов при различных видах производства, порядок проведения анализа точности и стабильности технологического процесса с помощью малых выборок и точностных диаграмм.

*Статистическое регулирование технологических процессов* – классификация методов статистического регулирования, группы карт для регулирования уровня настройки технологической операции и группы карт для регулирования точности технологической операции, три метода регулирования технологических процессов с использованием различных карт.

*Приемочный контроль* – основные характеристики контрольных приспособлений и средств измерений на стадии приемки продукции.

*Метрологическое обеспечение испытаний продукции для целей подтверждения соответствия.* Цели, задачи, основные требования к метрологическому обеспечению испытаний. Объект испытания. Основные принципы аттестации методики испытаний. Организация и проведение аттестации испытательного оборудования. Аттестация испытательного оборудования при механических испытаниях. Аттестация отдельных видов испытательного оборудования. Виды испытаний. Метрологическая аттестация МВИ и нормативных СИ.

### **Проблемы и задачи в области метрологии на современном этапе.**

Учёт международного и отечественного опыта. Защита государства и общества от недостоверных результатов измерений. Сохранение и воспроизведение эталонной базы. Разработка нормативных документов, регламентирующих положения Закона о единстве измерений, создание соответствующей инфраструктуры, сохранение научного и кадрового потенциала, и т.д. Необходимость решения основной задачи метрологии: созданиенеобходимых и соответствующих состоянию развития экономики и общества условий для обеспечения единства и достоверности измерений на государственном и межгосударственном уровнях. Задачи, возникающие при глобализации и интеграции и появлении новых технологий. Изучение мирового опыта и необходимости гармонизации с соответствующими документами Международной организации законодательной метрологии. Правильная организация работ по метрологической аттестации испытательного оборудования и средств контроля для положительных результатов.

### **Оценка качества метрологического обеспечения.**

Характеристики качества МО измерений. Элементы оптимизации МО. Влияние МО на показатели производственной деятельности. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Тех-

нико-экономическое обоснование МО. Порядок определения стоимости (цены) метрологических работ.

### **Заключение.**

Перспективы и пути совершенствования МО на стадии производства продукции. Задачи метрологических служб в области развития МО в условиях формирования рыночных отношений.

## **1. Образовательные технологии**

Методика преподавания дисциплины и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;
- обсуждение и защита рефератов по дисциплине;
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования;
- использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного и внеаудиторного тестирования;
- проведение мастер-классов экспертов и специалистов по метрологическому обеспечению производственных процессов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Метрологическое обеспечение на стадии производства продукции» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 50% от объема аудиторных занятий.

## **2. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

**Промежуточная аттестация** по дисциплине проводится в виде экзамена с учетом результатов текущего контроля успеваемости в течение семестра. Регламент и порядок проведения экзамена, темы и вопросы, выносимые на экзамен, представлены в приложении к рабочей программе «Фонд оценочных средств по дисциплине «Метрологическое обеспечение в высокотехнологичном производстве» (приложение Б). По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачетно-экзаменационной сессии.

**6.1. Требования к подготовке к промежуточной аттестации.** До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины. Перечень обязательных работ и форма отчетности представлены в таблице.

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Метрологическое обеспечение в высокотехнологичном производстве», а именно показавшие удовлетворительное владение материалом практических и семинарских занятий, выполнившие и защитившие практические работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины, выступившие с презентацией и представившие реферат.

Перечень обязательных работ, выполняемых в течение семестра по дисциплине «Метрологическое обеспечение в высокотехнологичном производстве»:

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Практические работы (перечень в приложении Б)	Оформленные отчеты (журнал) практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины с отметкой преподавателя «зачтено», если выполнены и оформлены все работы.
Реферат (перечень тем в приложении Б)	Представить один реферат по выбранной теме с оценкой преподавателя «зачтено», если представлен один реферат в форме презентации и на бумажном носителе.
Тестирование (система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося (перечень тестов в приложении Б)	Фонд тестовых заданий с отметкой «зачтено».

## **6.2. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

### **6.2.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.**

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

<b>Код компетенции</b>	<b>В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать</b>
<b>ОПК-5</b>	способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы)

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

### **6.2.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания**

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

**ОПК-5 способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы)**

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы и способы разработки системы метрологического обеспечения производственных процессов на стадии производства продукции;</li> <li>• структуру и функции метрологических служб, техническую базу метрологического обеспечения производства, и методы обеспечения единства точности измерения, правила метрологической подготовки и выполнения работ, поверочных работ, обработки и оформление результатов.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы и способы разработки системы метрологического обеспечения производственных процессов на стадии производства продукции;</li> <li>• структуру и функции метрологических служб, техническую базу метрологического обеспечения производства, и методы обеспечения единства точности измерения, правила метрологического</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методы и способы разработки системы метрологического обеспечения производственных процессов на стадии производства продукции;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• структуру и функции метрологических служб, техническую базу метрологического обеспечения производства, и методы обеспечения единства точности измерения, правила метрологической подготовки и выполнения работ, обработки и оформление</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы и способы разработки системы метрологического обеспечения производственных процессов на стадии производства продукции;</li> <li>• структуру и функции метрологических служб, техническую базу метрологического обеспечения производства, и методы обеспечения единства точности измерения, правила метрологической подготовки и выполнения</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы и способы разработки системы метрологического обеспечения производственных процессов на стадии производства продукции;</li> <li>• структуру и функции метрологических служб, техническую базу метрологического обеспечения производства, и методы обеспечения единства точности измерения, правила</li> </ul>

	й подготовки и выполнения поверочных работ, обработки и оформление результатов.	результатов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	поверочных работ, обработки и оформление результатов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	метрологической подготовки и выполнения поверочных работ, обработки и оформление результатов, свободно оперирует приобретенными знаниями.
<b>уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>использовать справочные системы поиска информации в области метрологического обеспечения производственных процессов;</li> <li>разрабатывать и исследовать основные параметры системы метрологического обеспечения производственных процессов;</li> <li>анализировать состояние метрологического обеспечения, поддерживать в метрологически исправном состоянии средства измерений и контроля, планировать и выполнять процессы измерений, испытаний и контроля, обрабатывать результаты.</li> </ul>	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: использовать справочные системы поиска информации в области метрологического обеспечения производственных процессов; <ul style="list-style-type: none"> <li>разрабатывать и исследовать основные параметры системы метрологического обеспечения производственных процессов;</li> <li>анализировать состояние метрологического обеспечения, поддерживать в метрологически исправном состоянии средства измерений и контроля,</li> </ul>	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: использовать справочные системы поиска информации в области метрологического обеспечения производственных процессов; <ul style="list-style-type: none"> <li>разрабатывать и исследовать основные параметры системы метрологического обеспечения производственных процессов;</li> <li>анализировать состояние метрологического обеспечения, поддерживать в метрологически исправном состоянии средства</li> </ul>	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: использовать справочные системы поиска информации в области метрологического обеспечения производственных процессов; <ul style="list-style-type: none"> <li>разрабатывать и исследовать основные параметры системы метрологического обеспечения производственных процессов;</li> <li>анализировать состояние метрологического обеспечения, поддерживать в метрологически исправном состоянии средства измерений и контроля,</li> </ul>	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: использовать справочные системы поиска информации в области метрологического обеспечения производственных процессов; <ul style="list-style-type: none"> <li>разрабатывать и исследовать основные параметры системы метрологического обеспечения производственных процессов;</li> <li>анализировать состояние метрологического обеспечения, поддерживать в метрологически исправном состоянии средства</li> </ul>

	<p>планировать и выполнять процессы измерений, испытаний и контроля, обрабатывать результаты.</p>	<p>измерений и контроля, планировать и выполнять процессы измерений, испытаний и контроля, обрабатывать результаты.</p> <p>Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>выполнять процессы измерений, испытаний и контроля, обрабатывать результаты.</p> <p>Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>измерений и контроля, планировать и выполнять процессы измерений, испытаний и контроля, обрабатывать результаты.</p> <p>Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p>
<p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками разработки и оптимизации системы метрологического обеспечения производственных процессов на стадии производства продукции;</li> <li>• способностью прогнозировать динамику, тенденции развития системы метрологического обеспечения производственных процессов, задач, проблем, пользоваться для этого формализованными моделями, методами.</li> </ul>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками разработки и оптимизации системы метрологического обеспечения производственных процессов на стадии производства продукции;</li> <li>• способностью прогнозировать динамику, тенденции развития системы метрологического обеспечения производственных процессов,</li> </ul>	<p>Обучающийся владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками разработки и оптимизации системы метрологического обеспечения производственных процессов на стадии производства продукции;</li> <li>• способностью прогнозировать динамику, тенденции развития системы метрологического обеспечения производственных процессов, задач, проблем, пользоваться для этого формализованными моделями,</li> </ul>	<p>Обучающийся частично владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками разработки и оптимизации системы метрологического обеспечения производственных процессов на стадии производства продукции;</li> <li>• способностью прогнозировать динамику, тенденции развития системы метрологического обеспечения производственных процессов, задач, проблем, пользоваться для этого формализованными моделями,</li> </ul>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками разработки и оптимизации системы метрологического обеспечения производственных процессов на стадии производства продукции;</li> <li>• способностью прогнозировать динамику, тенденции развития системы метрологического обеспечения производственных процессов, задач,</li> </ul>

	задач, проблем, пользоваться для этого формализованными моделями, методами.	методами в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	методами. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	проблем, пользоваться для этого формализованными моделями, методами. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• номенклатуру современных методов и средств для построения системы метрологического обеспечения производственных процессов (в соответствии с целями магистерской программы);</li> <li>• терминологию, основные понятия и определения, относящиеся к метрологическому обеспечению производственных процессов.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• номенклатуру современных методов и средств для построения системы метрологического обеспечения производственных процессов (в соответствии с целями магистерской программы);</li> <li>• терминологию, основные понятия и определения, относящиеся к метрологическому обеспечению производственных процессов.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• номенклатуру современных методов и средств для построения системы метрологического обеспечения производственных процессов (в соответствии с целями магистерской программы);</li> <li>• терминологию, основные понятия и определения, относящиеся к метрологическому обеспечению производственных процессов.</li> </ul> <p>Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• номенклатуру современных методов и средств для построения системы метрологического обеспечения производственных процессов (в соответствии с целями магистерской программы);</li> <li>• терминологию, основные понятия и определения, относящиеся к метрологическому обеспечению производственных процессов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• номенклатуру современных методов и средств для построения метрологического обеспечения производственных процессов (в соответствии с целями магистерской программы);</li> <li>• терминологию, основные понятия и определения, относящиеся к метрологическому обеспечению производственных процессов.</li> </ul> <p>Свободно оперирует приобретенными знаниями.</p>
<p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• профессионально</li> </ul>	Обучающийся не умеет или в	Обучающийся демонстрирует	Обучающийся демонстрирует	Обучающийся демонстрирует



<p>эксплуатировать современное оборудование и приборы (в соответствии с целями магистерской программы);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• проводить метрологическую экспертизу конструкторской и технологической документации.</li> </ul>	<p>недостаточной степени умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• профессионально эксплуатировать современное оборудование и приборы (в соответствии с целями магистерской программы);</li> <li>• проводить метрологическую экспертизу конструкторской и технологической документации</li> </ul>	<p>неполное соответствие следующих умений:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• профессионально эксплуатировать современное оборудование и приборы (в соответствии с целями магистерской программы);</li> <li>• проводить метрологическую экспертизу конструкторской и технологической документации.</li> </ul> <p>Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>частичное соответствие следующих умений:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• профессионально эксплуатировать современное оборудование и приборы (в соответствии с целями магистерской программы);</li> <li>• проводить метрологическую экспертизу конструкторской и технологической документации.</li> </ul> <p>Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>полное соответствие следующих умений:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• профессионально эксплуатировать современное оборудование и приборы (в соответствии с целями магистерской программы);</li> <li>• проводить метрологическую экспертизу конструкторской и технологической документации.</li> </ul> <p>Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p>
<p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы).</li> <li>• навыками проведения проверки соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;</li> </ul>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет: навыками эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками проведения проверки соответствия разрабатываемых проектов и технической документации</li> </ul>	<p>Обучающийся владеет в неполном объеме: навыками эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками проведения проверки соответствия разрабатываемых проектов и технической документации и стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;</li> </ul>	<p>Обучающийся частично владеет: навыками эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками проведения проверки соответствия разрабатываемых проектов и технической документации и стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;</li> </ul>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет: навыками эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками проведения проверки соответствия разрабатываемых проектов и технической документации и стандартам,</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• навык ами определения погрешностей средств измерений при разработке и оптимизации системы метрологического обеспечения производственных процессов.</li> </ul>	<p>стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками определения погрешностей средств измерений при разработке и оптимизации системы метрологического обеспечения производственных процессов.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками определения погрешностей средств измерений при разработке и оптимизации системы метрологического обеспечения производственных процессов.</li> </ul> <p>Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками определения погрешностей средств измерений при разработке и оптимизации системы метрологического обеспечения производственных процессов.</li> </ul> <p>Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>техническим условиям и другим нормативным документам;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками определения погрешностей средств измерений при разработке и оптимизации системы метрологического обеспечения производственных процессов.</li> </ul> <p>Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.</p>
--	---	--	---	--

## Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание

К промежуточной аттестации допускаются только магистрант, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Метрологическое обеспечение в высокотехнологичном производстве» (прошли промежуточный контроль, принимали участие в семинарских и практических занятиях выполнили и защитили реферат).

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками,

	применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

**Фонды оценочных средств представлены в Приложении Б к рабочей программе.**

### **3. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **а) основная литература**

1. Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Н. Кайнова [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 368 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/61361>. — Загл. с экрана.

#### **б) дополнительная литература**

Пухаренко, Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация. Интернет-тестирование базовых знаний [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.В. Пухаренко, В.А. Норин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 308 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91067>. — Загл. с экрана.

## **в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:**

1. Microsoft Windows 8/7/Vista/XP
2. Microsoft Office (Word, Excel, Outlook, PowerPoint) 2003/2007/2010/2013

## **8. Материально–техническое обеспечение дисциплины**

Специализированные учебные лаборатории кафедры «Стандартизация, метрология и сертификация» АВ4304, АВ4307, АВ4309, АВ4314.

### **Оборудование и аппаратура:**

- наборы КМД, микрометрические инструменты, штангенциркуль, индикаторные скобы и нутромеры, комплекты измерительных провололок;
- оптиметры, биениемер БВ-200;
- инструментальный микроскоп;
- аналоговые приборы и цифровые измерительные комплексы для определения параметров шероховатости поверхности;
- кругломер с аналоговой шкалой и программой для получения показаний в цифровом виде с графическим представлением;
- 3-х координатная измерительная машина (в МРЦ) ;
- проектор с компьютером и подборкой материалов для лекций и лабораторных работ;
- различные виды калибров;
- различные виды электрических аналоговых приборов;
- реальные демонстрационные элементы машиностроительных узлов, изучаемые в курсе.

Выполнение семинарских и практических занятий предполагает использовать лаборатории кафедр университета, предприятий и организаций, имеющие современное оборудование и опыт проведения измерений различных величин.

## **9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов метрологии, метрологического обеспечения производственных процессов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия

### **Задачи самостоятельной работы студента:**

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к дифференцированному зачету и экзамену.

### **Виды внеаудиторной самостоятельной работы:**

- работа магистрантов с лекционным материалом, поиске и анализе литературы и электронных источников информации по заданной проблеме и выбранной теме магистерской диссертации;
- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- выполнение домашних заданий по закреплению тем;
- составление и оформление докладов и рефератов по отдельным темам программы;
- переводе материалов из тематических информационных ресурсов с иностранных языков;
- научно-исследовательская работа студентов;
- участие в тематических дискуссиях, олимпиадах;
- подготовке к зачету, экзамену.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

### **Вопросы, выносимые на самостоятельную работу**

1. Классификация средств измерения, классификация математических моделей аналоговых средств измерения (статическая и динамическая характеристики и их влияние на характер измерения).
2. Математические модели средств измерения.
3. Формы представления результатов измерений. Использование априорной и апостериорной информации для оценивания погрешностей измерений.
4. Алгоритмы обработки многократных измерений постоянной величины.

5. Алгоритм обработки независимых многократных измерений переменной измеряемой величины.

6. Интервальная оценка измеряемой величины при обработке многократных измерений.

7. Точечная и интервальная оценка дисперсии результата многократных измерений.

8. Обработка результатов совместных измерений на основе метода наименьших квадратов.

9. Обработка результатов косвенных измерений.

10. Экономические проблемы метрологического обеспечения.

11. Международная организация Метрической конвенции и ее программа.

12. Международная кооперация по аккредитации лабораторий (ИЛАК).

13. Международная конфедерация по измерительной технике (ИМЕКО) и ее программа.

14. Анализ основных элементов национальных служб метрологии.

15. Гармонизация законодательной метрологии в Европе.

## **10. Методические рекомендации для преподавателя**

Основное внимание при изучении дисциплины следует уделять изучению основных понятий в области метрологии, связанных с объектами и средствами измерений, метрологическими свойствами и характеристиками средств измерений, основам обеспечения единства измерений, системе метрологического обеспечения производственных процессов на стадии производства продукции.

Теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины должно завершаться практической работой.

Для активизации учебного процесса при изучении дисциплины эффективно применение презентаций по различным темам лекций и практических работ.

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники, информационные ресурсы Интернета;
- справочные материалы и нормативно-техническая документация;
- методические указания для выполнения практических и лабораторных работ.

Приложение Б

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 27.04.02 Управление качеством

ОП (профиль): **«Управление качеством в высокотехнологичном производстве»**

Форма обучения: заочная

Вид профессиональной деятельности: согласно ФГОС ВО

Кафедра: Стандартизация, метрология и сертификация

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Метрологическое обеспечение в высокотехнологичном производстве**

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств  
2. Описание оценочных средств:  
вариант экзаменационного билета  
примерный перечень тем рефератов  
образцы вопросов из фонда тестовых заданий  
примерная тематика семинарских (практических) занятий

**Составитель:**

Москва, 2022 год

Таблица 1

Метрологическое обеспечение в высокотехнологичном производстве					
ФГОС ВО 27.04.02 «Управление качеством»					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства*	Степени уровней освоения компетенций
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
<b>ОПК-5</b>	способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы)	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы и способы разработки системы метрологического обеспечения производственных процессов на стадии производства продукции;</li> <li>• структуру и функции метрологических служб, техническую базу метрологического обеспечения производства, и методы обеспечения единства точности измерения, правила метрологической подготовки и выполнения поверочных работ, обработки и оформление результатов</li> <li>• терминологию, основные понятия и определения, относящиеся к метрологическому обеспечению производственных процессов;</li> <li>• номенклатуру современных методов и средств для построения системы метрологического обеспечения производственных</li> </ul>	лекция, самостоятельная работа, семинарские (практически) занятия	Э, Т, ПР, Р	<p><b>Базовый уровень:</b> воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам</p> <p><b>Повышенный уровень:</b> практическое применение полученных знаний в процессе выполнения лабораторных работ и курсовой работы; готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении</p>



		<p>процессов (в соответствии с целями магистерской программы);</p> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>использовать справочные системы поиска информации в области метрологического обеспечения производственных процессов на стадии производства продукции;</li> <li>разрабатывать и исследовать основные параметры системы метрологического обеспечения производственных процессов;</li> <li>анализировать состояние метрологического обеспечения, поддерживать в метрологически исправном состоянии средства измерений и контроля, планировать и выполнять процессы измерений, испытаний и контроля, обрабатывать результаты.</li> <li>профессионально эксплуатировать современное оборудование и приборы (в соответствии с целями магистерской программы)</li> <li>проводить метрологическую экспертизу конструкторской и технологической документации;</li> </ul>			
--	--	--	--	--	--

		<p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками разработки и оптимизации системы метрологического обеспечения производственных процессов на стадии производства продукции;</li> <li>• способностью прогнозировать динамику, тенденции развития системы метрологического обеспечения производственных процессов, задач, проблем, пользоваться для этого формализованным и моделями, методами</li> <li>• навыками эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы).</li> <li>• навыками проведения проверки соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условия и другим нормативным документам;</li> </ul> <p>навыками определения погрешностей средств измерений при разработке и оптимизации системы метрологического обеспечения на стадии производства продукции</p>			
--	--	---	--	--	--

## Вариант экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет Машиностроения, кафедра «Стандартизация, метрология и сертификация»  
Дисциплина «Метрологическое обеспечение в высокотехнологичном производстве»  
Образовательная программа 27.04.02 Управление качеством  
Курс 2, семестр 3

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11

1. Стадии производства, их краткая характеристика для условий машиностроения.
2. Метрологическое обеспечение на различных стадиях производства.

### Перечень вопросов на экзамен

Вопросы к экзамену (ОПК-5)
Стадии производства, их краткая характеристика для условий машиностроения.
Метрологическое обеспечение (МО) как взаимосвязанная совокупность разнообразных видов метрологической деятельности, обусловленная требованиями к качеству выпускаемой продукции.
Роль метрологического обеспечения на различных этапах развития хозяйственных отношений, в повышении качества продукции. МО в условиях свободного рынка.
Роль МО в повышении качества продукции
Основные цели и задачи метрологического обеспечения
Задачи Росстандарта России в области метрологического обеспечения.
Основные задачи метрологического обеспечения на предприятии (в организации).
Производство как объект метрологического обеспечения.
Особенности метрологического обеспечения на различных стадиях производства.
Метрологическое обеспечение технологических процессов

Научная основа метрологического обеспечения и ее влияния на качество продукции.
Научные основы выбора номенклатуры измеряемых и контролируемых величин, средств измерений и контроля.
Научные основы выбора методик измерений и поверки средств измерений, оценки качества измерений и контроля.
Техническая основа метрологического обеспечения.
Виды и методы измерений и контроля величин
Классификация средств измерений
Метрологические характеристики средств измерений и их нормирование
Основные и дополнительные погрешности средств измерений
Классы точности средств измерений
Методы выбора средств измерений, их классификация по классам точности, оценка точности средств измерений
Виды нормативных условий выполнения измерений: унифицированные и расширенные.
Статистический анализ результатов измерений. Распределение случайных величин и их закономерности.
Основные способы обработки результатов измерений при линейной зависимости
Способы исключения случайных грубых погрешностей (промахов) и систематических погрешностей
Погрешности измерений и их оценка
Понятие неопределенности измерения
Погрешности средств измерений. Приемочные границы и производственный допуск. Ошибки 1 и 2 рода при проведении контроля.
Погрешности измерений. Систематические и случайные погрешности. Погрешность метода измерений, инструментальные и субъективные погрешности.
Метрологическая аттестация МВИ
Метрологическая экспертиза конструкторской и технологической документации
Поверка и калибровка средств измерений как элементы технической основы метрологического обеспечения.
Системы государственных эталонов единиц величин и передачи размеров единиц величин.
Испытания и утверждение типа средств измерений, метрологическая аттестация нестандартизованных средств измерений.
Поверка (калибровка) средств измерений.
Анализ точности и стабильности технологического процесса
Статистическое регулирование технологических процессов
Метрологическое обеспечение испытаний продукции
Проблемы и задачи в области метрологии на современном этапе

Метрологическая аттестация испытательного оборудования и средств контроля
Основные нормативные документы метрологического обеспечения.
Организационная основа метрологического обеспечения, ее структура.
Оценка качества метрологического обеспечения.
Влияние метрологического обеспечения на показатели производственной деятельности.
Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами.
Технико-экономическое обоснование метрологического обеспечения.
Перспективы и пути совершенствования метрологического обеспечения
Задачи метрологических служб в области развития метрологического обеспечения в условиях формирования рыночных отношений.

### **Примерный перечень тем реферата (ОПК-5)**

Установление оптимальной номенклатуры измеряемых параметров и норм точности измерений.

Метрологическая экспертиза конструкторской и технологической документации.

Организация и порядок проведение метрологической экспертизы.

Производственная деятельность органов метрологической службы.

Поверка средств измерений в органах государственных метрологических служб.

Поверочные схемы.

Анализ состояния метрологического обеспечения производства.

Системные проблемы метрологического обеспечения и пути их решения.

Метрологическое обеспечение измерений как процесса получения измерительной информации.

Особенности метрологического обеспечения на различных стадиях.

Компоненты метрологического обеспечения: научная, техническая, нормативная и организационная. Их содержание и роль в общей системе метрологического обеспечения .

Качество измерительного процесса.

Эталоны: назначение, виды, значение для обеспечения единства измерений.

Стандартные образцы, их аттестация и применение.

Точность измерений. Классы точности средств измерений

Поверка и калибровка средств измерений. Цели и методы поверки.

Организация калибровки на предприятии.

### **Темы презентаций (ОПК-5)**

Деятельность основных международных метрологических организаций (МОЗМ, МБМВ, КООМЕТ и др.).

Государственный метрологический контроль и надзор, его объекты. Права и обязанности государственных инспекторов.

Сплошной и выборочный контроль качества продукции. Оценка достоверности результатов измерительного контроля.

Поверочные схемы. Порядок проведения поверки средств измерений.

Международная система единиц СИ, ее роль в обеспечении единства измерений. Основные, производные и дополнительные единицы.

Внесистемные единицы величин. Национальные единицы, используемые на международном рынке.

Метрологические характеристики средств измерений.

Погрешности измерений, их классификация по причинам возникновения и характеру проявления.

Неопределенность результатов измерений.

### Образцы вопросов из фонда тестовых заданий (ОПК-5)

Кинетическая энергия тела определяется по формуле  $E = \frac{mv^2}{2}$ , где  $m$  – масса

тела,  $v$  – скорость его движения. Размерность энергии будет иметь вид:

1.  $LMT^{-2}$

2.  $LM^2T^{-2}$

3.  $L^2MT^{-2}$

4.  $L^{-2}MT^2$

5.  $LMT^{-1}$

Погрешность измерения одной и той же величины, выраженная в долях этой величины, составляет:  $1 \cdot 10^{-3}$  – для первого прибора;  $2 \cdot 10^{-3}$  – для второго

прибора. Какой из этих приборов точнее

1. первый

2. второй

3. одинаковы

4. определить нельзя

Качество средств измерений, характеризующее близость к нулю их погрешностей, называется

1. сходимостью

2. воспроизводимостью

3. точностью

4. достоверностью

5. правильностью

При измерении усилия динамометр показывает 1000Н, погрешность градуировки -50Н. Среднее квадратическое отклонение показаний  $\sigma_F = 10$ Н.

Укажите доверительные границы для истинного значения измеряемого усилия с вероятностью  $P=0,9544$  ( $t_p=2$ ).

1.  $F = 1050 \pm 20$  Н,  $P=0,9544$

2.  $F = 1000 \pm 20$  Н,  $t_p = 2$
3.  $F = 950 \pm 20$  Н,  $P=0,9544$
4.  $F = 1000 \pm 60$  Н,  $P=0,9544$
5.  $F = 1050 \pm 10$  Н,  $t_p = 2$

Средства измерений, не подлежащие государственному метрологическому контролю и надзору, в процессе эксплуатации подлежат

1. поверке
2. аттестации
3. калибровке
4. сертификации
5. лицензированию

Близость результатов измерений, выполненных в одинаковых условиях, называется

1. сходимостью
2. воспроизводимостью
3. точностью
4. достоверностью
5. правильностью

Энергия тела определяется по формуле  $E = mgH$ , где  $m$  – масса тела,  $g$  – ускорение свободного падения,  $H$  – высота тела над поверхностью земли.

Размерность энергии будет иметь вид:

1.  $LMT^{-2}$
2.  $LM^2T^{-2}$
3.  $L^2MT^{-2}$
4.  $L^{-2}MT^2$
5.  $LMT^{-1}$

Близость результатов измерений, выполненных в разных условиях, называется

1. сходимостью
2. воспроизводимостью
3. точностью
4. достоверностью
5. правильностью

Средство измерения, предназначенное для воспроизведения величины заданного размера, называется

1. эталоном
2. мерой
3. датчиком
4. преобразователем
5. компаратором

Расстояние между осями двух соседних отметок шкалы, измеренное вдоль воображаемой линии, проходящей через середины самых коротких отметок шкалы, называется

1. ценой деления шкалы



2. длиной деления шкалы
3. диапазоном измерений
4. диапазоном показаний
5. чувствительностью

Приведенная погрешность амперметра, рассчитанного на ток 10А, составляет 2,5%. Определите абсолютную погрешность для первой отметки шкалы (1А).

1. 0,5А
2. 0,25А
3. 1А
4. 0,5%
5. 0,25%

Разность значений величины, соответствующих двум соседним отметкам шкалы измерительного прибора, называется

1. ценой деления шкалы
2. длиной деления шкалы
3. диапазоном измерений
4. диапазоном показаний
5. чувствительностью

Отсчет по равномерной шкале прибора с нулевой отметкой и предельным значением 50А составляет 25А. Пренебрегая другими видами погрешностей, оценить пределы допускаемой абсолютной погрешности этого отсчета при условии, что класс точности прибора равен 0,5.

1.  $\pm 0,0075$  А;
2.  $\pm 0,125$  А;
3.  $\pm 0,25$  А;
4.  $\pm 0,5$  А;
5.  $\pm 1$  А

На предприятии имеются средства измерений линейных размеров: 1 - штангенциркуль (погрешность измерения 0,05 мм); 2 – микрометр (погрешность измерения 0,005 мм); 3 – оптиметр (погрешность измерения 0,001 мм). Для контроля диаметра детали  $\varnothing 30 \pm 0,012$  целесообразнее использовать

1. микрометр
2. штангенциркуль
3. оптиметр
4. штангенциркуль и микрометр
5. любой из перечисленных

Приведенная погрешность амперметра, рассчитанного на ток 100А, составляет 0,5%. Определите относительную погрешность для измеренного значения 25А

1. 1%
2. 2%
3. 0,5%
4. 2,5%
5. 0,25%

**Приложение В**  
**Перечень оценочных средств по дисциплине**  
**«Метрологическое обеспечение в высокотехнологичном производстве»**

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Устный опрос (З -зачет, Э -экзамен)	Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала	Комплект вопросов, экзаменационных билетов
2	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий
3	Презентация (ПР)	Представление студентом наработанной информации по заданной тематике в виде набора слайдов и спецэффектов, подготовленных в выбранной программе	Темы презентаций
4	Реферат (Р)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее	Темы рефератов

**Приложение Г**  
**Примерный перечень семинарских (практических) занятий**

№ п/п	Наименование темы	Кол-во часов
1	Метрологическое обеспечение как взаимосвязанная совокупность разнообразных видов метрологической деятельности, обусловленная требованиями к качеству выпускаемой продукции.	2
2	Погрешности средств измерений	2
3	Приемочные границы и производственный допуск. Ошибки 1 и 2 рода при проведении контроля	2
4	Правовое и нормативное обеспечение качества продукции. Научно-методическое обеспечение качества продукции	2
5	Метрологическое обеспечение качества продукции	2
6	Основные аксиомы метрологии. Факторы, влияющие на результаты измерений. Анализ измерительной информации и выдвижение гипотез относительно закона распределения вероятности результата измерения	2
7	Обработка результатов измерений	2
8	Методика выполнения измерений	2
9	Методика выбора СИ. Условия выполнения измерений	2
11	Метрологическая экспертиза технологической документации	4
12	Метрологическая аттестация МВИ	4
13	Статистическое регулирование технологических процессов	2
14	Анализ точности и стабильности технологического процесса	2



**Приложение А**  
**Структура и содержание дисциплины «Метрологическое обеспечение в высокотехнологичном производстве»**  
 по направлению подготовки **27.04.01 Управление качеством,**  
 профилю «Управление качеством в высокотехнологичном производстве»  
**(магистр) очной формы обучения**

№ №  n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов				Формы аттес- тации	
				Л	П/С	Лаб	СР С	КС Р	М.Н .Р.	К.П.	РГР	Рефе- рат	Э	З
1	<p><b>Введение.</b> Основные понятия о производственном процессе. Стадии производства, их краткая характеристика для условий машиностроения.</p> <p>Понятие «метрологическое обеспечение». Объекты изучения, цель и основные задачи дисциплины «Метрологическое обеспечение производственных процессов». Метрологическое обеспечение (МО) как взаимосвязанная совокупность разнообразных видов метрологической деятельности, обусловленная требованиями к качеству выпускаемой продукции. Роль метрологического обеспечения на различных этапах</p>	3	1		2							+		

<p>развития хозяйственных отношений, в повышении качества продукции. МО в условиях свободного рынка.</p> <p><b>Основные цели и задачи метрологического обеспечения.</b></p> <p>Основные цели МО. Роль МО в повышении качества продукции, эффективности управления производством и уровня автоматизации производственных процессов; обеспечении взаимозаменяемости деталей, узлов и сборочных единиц; повышении эффективности научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, экспериментов и испытаний; обеспечении достоверного учета и повышении эффективности использования материальных ценностей и энергетических ресурсов; нормированию и контролю условий труда и быта людей, охране окружающей среды, оценке и рациональному использованию природных ресурсов; повышении уровня автоматизации управления транспортом и безопасности его движения; обеспечении высокого качества и надежности технических систем.</p> <p>Основные задачи МО, решаемые на различных уровнях. Задачи</p>													
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

	<p>Росстандарта России в области МО. Основные задачи МО, решаемые на уровне министерств (ведомств). Основные задачи МО на предприятии (в организации).</p> <p><b>Выдача задания на реферат.</b></p>												
2	<p><b>Объекты и компоненты метрологического обеспечения.</b> Производство как объект метрологического обеспечения. Особенности МО на различных стадиях производства, включая разработку конструкторской и технологической документации, подготовку производства, технологические процессы, контроль качества сырья и готовой продукции. МО измерений как процесса получения измерительной информации.</p> <p>Компоненты МО: научная, техническая, нормативная и организационная. Их содержание и роль в общей системе МО.</p> <p><b>Научная основа метрологического обеспечения.</b> Метрология как научная основа МО. Системные проблемы МО и пути их решения. Научные основы выбора номенклатуры измеряемых и контролируемых величин, средств измерений и контроля, методик из-</p>	3	2	2							+		

<p>мерений и поверки средств измерений, оценки качества измерений и контроля и его влияния на качество продукции.</p> <p><b>Нормативная основа метрологического обеспечения.</b>  Документы Государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ) как нормативная основа метрологического обеспечения, включающая взаимосвязанные положения, требования и нормы, организацию и методику проведения работ по оценке и обеспечению точности измерений. Основные нормативные документы в области метрологического обеспечения.</p> <p><b>Организационная основа метрологического обеспечения.</b>  Структура организационной основы метрологического обеспечения. Государственная метрологическая служба (ГМС), включающая государственные научные метрологические центры (ГНМЦ) и органы ГМС на территории субъектов Российской Федерации; Государственная служба времени и частоты и определения параметров вращения Земли (ГСВЧ); Государственная служба стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и</p>													
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



	материалов (ГСССД); Государственная служба стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов (ГССО); метрологические службы государственных органов управления и юридических лиц (МС). Назначение и задачи метрологических служб. Система менеджмента измерений (ГОСТ Р ИСО 10012-2008). Требования к измерительной и испытательной лабораториям (ГОСТ Р 17025).												
3	<p><b>Техническая основа метрологического обеспечения.</b> Элементы технической основы МО. Их содержание, значение и роль в формировании технической основы МО. Системы государственных эталонов единиц величин и передачи размеров единиц величин. Испытания и утверждение типа средств измерений, метрологическая аттестация нестандартизованных средств измерений. Поверка и калибровка средств измерений как элементы технической основы МО. Система стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов. Система стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов.</p> <p><b>Основы технических измерений.</b> Величины и их измерения.</p>	3	3	2							+		

	<p>Воспроизведение единиц величин. Виды и методы измерений. Контроль и испытания продукции. Виды контроля. Классификация средств измерений. Основные метрологические характеристики средств измерений и способы их нормирования. Нормальные условия выполнения измерений. Допускаемые погрешности измерений.</p>												
4	<p><b>Погрешность и неопределенность измерений.</b> Понятие о точности измерений. Погрешности измерений. Систематические и случайные погрешности. Погрешность метода измерений, инструментальные и субъективные погрешности. Оценка погрешности измерения. Причины возникновения погрешностей измерения. Суммирование погрешностей измерения. Погрешности средств измерений. Приемочные границы и производственный допуск. Ошибки 1 и 2 рода при проведении контроля. Международные рекомендации о представлении результатов измерений. Понятие неопределенности измерения. Стандартные, суммарные и расширенные неопределенности и способы их оценки. Взаимосвязь погрешности и неопределенности</p>	3	4	2							+		

	измерений.													
5	<p><b>Единство измерений.</b> Анализ и расчет точности измерений – основные положения обеспечения единства измерений, решаемые государственной и отраслевыми системами обеспечения единства измерений, структурная схема средств измерений, схемы преобразования измерительной информации, классификация погрешностей измерения и их анализ.</p> <p><b>Методы выбора СИ.</b> Условия выполнения измерений – основные методы выбора средств измерений, их классификация по классам точности, оценка точности средств измерений, виды нормативных условий выполнения измерений: унифицированные и расширенные.</p> <p><b>Методы неразрушающего контроля</b> – скрытые дефекты и их влияние на качество готового изделия и его работоспособности; основные методы и виды неразрушающего контроля: акустический, магнитный, радиационный, тепловой, электрический, капиллярный, оптический и др.</p>	3	5	2							+			
6	<p><b>Статистический анализ результатов измерений</b> – общие положения статистического анализа</p>	3	6	2								+		

	<p>результатов измерений, распределение случайных величин и их закономерности.</p> <p><b>Статистическая обработка результатов измерений</b> – графические данные для обработки результатов измерений, способы проверки статистических гипотез, критерии согласия.</p> <p><b>Обработка результатов прямых измерений</b> – основные способы обработки измерения при линейной зависимости, методы приведения. Способы исключения случайных грубых погрешностей (промахов) и систематических погрешностей, а также проверка статистической гипотезы о нормальном распределении.</p> <p><b>Защита реферата.</b></p>												
7	<p><b>Основные виды метрологической деятельности на стадии производства деталей.</b> <i>Метрологическая аттестация МВИ</i> – разработка метода выполнения измерений (МВИ), основные требования к их построению, содержанию и изложению, порядок и основные задачи при проведении метрологической аттестации МВИ.</p> <p><b>Выдача задания на реферат.</b></p>	3	7	2							+		
8	<p><b>Основные виды метрологической деятельности на стадии производства</b></p>	3	8	2							+		

<p><b>деталей.</b> <i>Метрологическая экспертиза конструкторской и технологической документации</i> - основные положения, задачи, необходимость, условия проведения МЭ на стадии изготовления изделий. Разработка рабочих чертежей. Проверка качества рабочих чертежей. Методическое обеспечение проведения метрологической экспертизы. Проверка требований к свойствам изделия. Соответствие показателей точности измерений требованиям эффективности и достоверности контроля и взаимозаменяемости. Группы характеристик погрешности измерений. Номенклатура выбираемых характеристик погрешности измерений. Определение нормы точности. Допускаемые отклонения на параметры и допускаемые погрешности их оценки. Требования к нормам точности и контролю допускаемых отклонений. Условия, определяющие уровень норм точности измерений. Основные принципы разработки требований к средствам измерений.</p> <p><i>Метрологическая экспертиза технологической документации.</i> Задачи экспертизы. Виды технологических документов. Содержание проверки. Пример проверки.</p>													
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

9	<p><b>Основные виды метрологической деятельности на стадии производства деталей. Поверка и ремонт средств измерений.</b> Государственная поверзаочная схема. Локальная поверзаочная схема. Общий вид государственной поверочной схемы. Методика поверки. Операции поверки. Определение метрологических характеристик. Право аккредитованной метрологической службы.</p> <p>Требования к помещению и оборудованию поверочных подразделений метрологической службы. Требования ГОСТ 8-395-80. Требования к помещению в зависимости от видов поверяемых СИ. Требования к размещению оборудования. Организация рабочего места поверителя. Санитарно-гигиенические требования.</p>	3	9		2							+		
---	---	---	---	--	---	--	--	--	--	--	--	---	--	--

10	<p><b>Основные виды метрологической деятельности на стадии производства деталей.</b>  <i>Метрологическое обеспечение испытаний продукции для целей подтверждения соответствия.</i> Цели, задачи, основные требования к метрологическому обеспечению испытаний. Объект испытания. Основные принципы аттестации методики испытаний.</p>	3	10		2							+		
----	---	---	----	--	---	--	--	--	--	--	--	---	--	--

	<p>Организация и проведение аттестации испытательного оборудования. Аттестация испытательного оборудования при механических испытаниях. Аттестация отдельных видов испытательного оборудования. Виды испытаний. Метрологическая аттестация МВИ и нормативных СИ. Правильная организация работ по метрологической аттестации испытательного оборудования и средств контроля для положительных результатов.</p>												
11	<p><i>Анализ точности и стабильности технологического процесса</i> – основные положения контроля точности технологических процессов при различных видах производства, порядок проведения анализа точности и стабильности технологического процесса с помощью малых выборок и точностных диаграмм.</p>	3	11	2							+		
12	<p><i>Статистическое регулирование технологических процессов</i> – классификация методов статистического регулирования, группы карт для регулирования уровня настройки технологической операции и группы карт для регулирования точности технологической операции, три метода регулирования технологических процессов с использованием различных</p>	3	12	2							+		



	карт. <i>Приемочный контроль</i> – основные характеристики контрольных приспособлений и средств измерений на стадии приемки продукции.												
13	<b>Оценка качества метрологического обеспечения.</b> Характеристика качества метрологического обеспечения измерений. Элементы оптимизации метрологического обеспечения. Влияние метрологического обеспечения на показатели производственной деятельности. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Технико-экономическое обоснование метрологического обеспечения. Порядок определения стоимости и экономической эффективности метрологических работ.	3	13	2							+		
14	<b>Проблемы и задачи в области метрологии на современном этапе.</b> Учёт международного и отечественного опыта. Защита государства и общества от недостоверных результатов измерений. Сохранение и воспроизведение эталонной базы. Разработка нормативных документов, регламентирующих положения Закона о единстве измерений, создание	3	14	2							+		

	соответствующей инфраструктуры, сохранение научного и кадрового потенциала, и т.д. Необходимость решения основной задачи метрологии: создание необходимых и соответствующих состоянию развития экономики и общества условий для обеспечения единства и достоверности измерений на государственном и межгосударственном уровнях. Задачи, возникающие при глобализации и интеграции и появлении новых технологий. Изучение мирового опыта и необходимости гармонизации с соответствующими документами Международной организации законодательной метрологии.												
15	<b>Обзорное занятие.</b> Перспективы и пути совершенствования МО на стадии производства продукции. Задачи метрологических служб в области развития МО в условиях формирования рыночных отношений. <b>Защита реферата.</b>	3	15		2							+	
	<b>Всего часов по дисциплине в третьем семестре. Форма аттестации</b>				30								Э
	<b>Всего часов по дисциплине</b>				30								

Заведующий кафедрой «Стандартизация, метрология, сертификация»,  
профессор, к.т.н.

С.А. Зайцев

