

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра материаловедения в машиностроении

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН МТФ

к.т.н. Янпольский В. В.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Метрология и нанометрология

Образовательная программа: 28.03.02 Наноинженерия, профиль: Наноинженерия в машиностроении

Курс: 3, семестр : 5

Механико-технологический факультет,

		Семестр
№	Вид деятельности	5
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	81
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	0
6	Лабораторные занятия, час.	36
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	12
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	7
10	Самостоятельная работа, час.	63
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	ДЗ

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 28.03.02 Наноинженерия

ФГОС введен в действие приказом №1414 от 03.12.2015 г. , дата утверждения: 31.12.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 28.03.02 Наноинженерия

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ММ, протокол заседания кафедры №6/1 от 20.06.2017

Утверждена на совете механико-технологического факультета, протокол № 5 от 21.06.2017

Программу разработал:

профессор, д.т.н. Буров В. Г.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Батаев В. А.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Батаев В. А.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ПК.2 готовность в составе коллектива исполнителей участвовать во внедрении результатов научно-технических и проектно-конструкторских разработок в реальный сектор экономики; в части следующих результатов обучения:
310. знать основы метрологии, основные методы и средства измерения физических величин, правовые основы и системы стандартизации и сертификации, основы нанометрологии
у13. уметь обосновывать выбор и методику использования средств измерения, осуществлять выбор контрольно-измерительной техники для контроля качества продукции и технологических процессов, анализировать физическое содержание процесса измерений с целью выбора наиболее рациональной схемы их проведения
Компетенция ФГОС: ПК.4 способность осуществлять подготовку данных для составления обзоров и отчетов; в части следующих результатов обучения:
у1. уметь использовать средства обработки данных для их представления в обзорах и отчетах (современные средства сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации).

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Метрология и нанометрология</i>	
ПК.2.310 знать основы метрологии, основные методы и средства измерения физических величин, правовые основы и системы стандартизации и сертификации, основы нанометрологии	
1.И1. иметь представление о теоретической и законодательной метрологии	Лекции; Лабораторные работы
2.и2. иметь представление о метрологическом обеспечении (организационные, научные и методические основы);	Лекции; Лабораторные работы
3.и3. иметь представление об основных положениях закона РФ по обеспечению единства измерений	Лекции; Лабораторные работы
4.и4. иметь представление об основах развития стандартизации и сертификации, о государственной и международной системе стандартизации	Лекции; Лабораторные работы
5.и5. иметь представление об органах по сертификации и испытательных лабораториях, о правилах и порядке проведения сертификации продукции и услуг в РФ	Лекции
6.з6. знать средства измерения и контроля (физические принципы действия, назначение, основные метрологические характеристики, методы измерений, точность измерения и т.д.)	Лекции; Лабораторные работы
7.з.7 знать принципы измерения, заложенные в контрольно-измерительную аппаратуру	Лекции; Лабораторные работы
8.з.8 знать методы статистической обработки результатов измерений (основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы	Лекции; Лабораторные работы
9.з.10 знать основы метрологии, основные методы и средства измерения физических величин, правовые основы и системы стандартизации и сертификации, основы нанометрологии	Лекции; Самостоятельная работа
10.у.11 уметь обрабатывать и представлять результаты измерений	Лекции; Лабораторные работы
11.у.14 уметь использовать средства обработки данных для их представления в обзорах и отчетах (современные средства сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации)	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.2.у13 уметь обосновывать выбор и методику использования средств измерения, осуществлять выбор контрольно-измерительной техники для контроля качества продукции и технологических процессов, анализировать физическое содержание процесса измерений с целью выбора наиболее рациональной схемы их проведения	

12.у.13 обосновывать выбор и методику использования средств измерения; использовать контрольно-измерительную аппаратуру для определения технических характеристик макетов (применять контрольно-измерительную аппаратуру для определения технических характеристик макетов)	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.4.у1 уметь использовать средства обработки данных для их представления в обзорах и отчетах (современные средства сбора, обработки , анализа и систематизации научно-технической информации).	
13 уметь использовать средства обработки данных для их представления в обзорах и отчетах (современные средства сбора, обработки , анализа и систематизации научно-технической информации).	Лабораторные работы
14.у.14 уметь использовать средства обработки данных для их представления в обзорах и отчетах (современные средства сбора, обработки , анализа и систематизации научно-технической информации)	Лекции

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Начала метрологии				
1. Введение. Концепция развития метрологии, особенности нанометрологии. Стандартизация и ее роль в обеспечении качества продукции. Состав, цели и задачи изучения учебной дисциплины.	0	2	1, 2, 3, 4, 9	Ознакомление: - с историей развития метрологии, - местом и ролью метрологии в современном обществе, - с ролью метрологии в nanoиндустрии, - с ролью стандартизации в обеспечении качества продукции и услуг, - с целями и задачами изучения дисциплины.
2. Методические основы стандартизации. Государственная система измерений Российской Федерации. Сертификация продукции и услуг.	0	2	2, 3, 4, 5, 9	Ознакомление: с методическими основами стандартизации продукции и услуг, - с международными системами стандартизации, - с Государственной системой измерений РФ.
Дидактическая единица: Теоретическая метрология				
3. Метрологическая аксиоматика и терминология.	0	2	2, 9	Ознакомление: - с тремя аксиомами метрологии, - с терминами и определениями, принятыми в области метрологии (РМГ 29-99 ГСИ. Метрология основные термины и определения)
4. Понятия измерений. Сигнал и искажение измерительной информации.	0	2	1, 2, 9	Ознакомление: - с основными терминами по качеству продукции, - с основными показателями свойств продукции; - с методами оценки качества и конкурентоспособности продукции, - с понятием жизненного цикла продукции.

5. Математические основы и практическое оценивание погрешностей измерений.	0	2	8, 9	Ознакомиться с методами статистической оценки погрешности и неопределенности результатов измерений.
Дидактическая единица: Прикладная метрология				
6. Средства измерений. Характеристики средств измерений	0	2	6, 7, 9	Ознакомиться с принципами прямых и косвенных измерений. Принципами и характеристиками различных средств измерений
7. Средства измерений. Информационная структура средств измерений. Характеристики средств измерений	0	2	12, 9	Ознакомиться с информационной структурой средств измерений, типами погрешностей измерений.
8. Методы и средства интерференционных измерений. Оптическая, электронная и ближнепольная микроскопия.	0	2	10, 11, 12, 6, 7, 9	Ознакомиться: - с методами и средствами интерференционных измерений; - с принципами и возможностями оптической, электронной и ближнепольной микроскопии.
9. Сканирующая зондовая микроскопия.	0	2	6, 7, 9	Ознакомиться с физическими принципами и возможностями сканирующей зондовой микроскопии, устройством зондовых микроскопов.
10. Спектроскопия, аналитические методы спектроскопии: - атомная спектроскопия (атомно-эмиссионная; атомно-абсорбционная; - атомно-флуоресцентная; рентгеновская; электронная)	0	2	6, 7, 9	Ознакомиться с физическими основами и оборудованием для аналитических методов спектроскопии: - атомной (атомно-эмиссионной; атомно-абсорбционной; атомно-флуоресцентной; рентгеновской; электронной); - масс-спектрометрии; молекулярной спектроскопии (фотоэлектронной, спектрофотометрией, Фурье-спектроскопией); - колебательной спектроскопией.

11. Спектроскопия, аналитические методы спектроскопии: - рамановская спектроскопия; - радиоспектроскопия; -электронный парамагнитный резонанс; - ядерный магнитный резонанс; - ядерный квадрупольный магнитный резонанс; - ядерные методы спектроскопии (Мессбауровская магнитных наночастиц, вакуумная, микроволновая, нейтронная, бета-спектроскопия).	0	2	6, 7, 9	Ознакомиться с физическими основами и оборудованием для аналитических методов спектроскопии: - Рамановской спектроскопии; - радиоспектроскопии; -электронного парамагнитного резонанса; - ядерного магнитного резонанса; - ядерного квадрупольного магнитного резонанса; - ядерных методов спектроскопии (Мессбауровских магнитных наночастиц, вакуумной, микроволновой, нейтронной, бета-спектроскопия).
12. Спектроскопия, аналитические методы спектроскопии: - электронная спектроскопия; - фотолюминисцентная спектроскопия; - электролюминисцентная спектроскопия; - рентгеноспектроскопия (рентгено-фотоэлектронная, спектральный анализ, рентгенофлуоресцентная); - лазерная спектроскопия. Хромотография.	0	2	6, 7, 9	Ознакомиться с физическими основами и оборудованием для аналитических методов спектроскопии: - электронной спектроскопии; - фотолюминисцентной спектроскопии; - электролюминисцентной спектроскопии; - рентгеноспектроскопии (рентгено-фотоэлектронной, спектральным анализом, рентгенофлуоресцентной); - лазерной спектроскопии. Ознакомиться с физическими основами хромотографии.
Дидактическая единица: Стандартизация и сертификация				
13. Сущность, цели и задачи стандартизации	0	2	4	Ознакомление: - с основные терминами и определениями в области стандартизации; - с международными системами стандартизации; - с Государственной системой стандартизации (ГСС РФ), ее целями и задачами; с нормативными документами по стандартизации (стандарты, техусловия, технический регламент, правила, рекомендации, нормы и др.); с видами и категориями стандартов; - о системе межотраслевых и общетехнических стандартов (ЕСКД, ЕСТД, ЕСТПП, ЕСДП).

14. Методические основы стандартизации.	0	2	12, 3, 4	Ознакомление с методическими основами стандартизации: использованием рядов предпочтительных чисел для образования параметрических и размерных рядов, унификации, ограничений, типизации, агрегатирования и использования модульного подхода для создания механизмов, машин, приборов, оснастки.
15. Сертификация. Основные понятия в области оценки соответствия.	0	2	12, 4, 5	Ознакомление: - с определениями и терминологией в области оценки соответствия; - с целями, принципами и формами подтверждения соответствия; - с отличительными признаками обязательного и добровольного подтверждения соответствия.
16. Нормирование точностных характеристик изделий и материалов	0	2	12, 14, 4	Ознакомление: - с принципами нормирования точностных геометрических и физико-механических характеристик изделий и материалов
17. Стандартизация и сертификация в нанотехнологиях.	0	2	4, 9	Ознакомление с системой международных документов по стандартизации, принятых в сфере нанотехнологий: ISO/TR12885:2008 "Нанотехнологии. Правила техники безопасности, применяемые в профессиональной деятельности"; ISO/TS27687:2008 "Нанотехнологии. Термины и определения нанобъектов. Наночастица, нановолокно и нанопластина"; ISO/TS10867:2010 "Нанотехнологии. Определение характеристик одностенных углеродных нанотрубок с помощью инфракрасного фотолюминесцентного спектроскопа"; ISO/TR11360:2010 "Нанотехнологии. Методология классификации наноматериалов" и др.

18. Нормативная база обеспечения единства измерений в наноиндустрии. Стандартные эталоны и методы измерений применительно к наноразмерным и наноструктурированным объектам. Сертификация методов измерения и эталонов.	0	2	1, 2, 3	Ознакомление с нормативной базой обеспечения единства измерений в наноиндустрии.
--	---	---	---------	--

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Теоретическая метрология				
1. Измерение геометрии объектов. Неопределенность наноизмерений. Оценивание погрешности измерений и неопределенности.	2	4	1, 10, 13, 2, 6, 7, 8	Ознакомление со средствами измерения геометрии объектов, в том числе и наноразмерных. Ознакомление с понятиями неопределенности наноизмерений. Оценивание погрешности измерений и неопределенности.
2. Оптическая микроскопия микронных и субмикронных объектов. Освоение статистической обработки результатов измерений.	2	4	1, 13, 2	1. Освоить оптический инструментальный и металлографический микроскопы. 2. Определить размеры фаз композиционного материала с ультрадисперсной структурой с использованием оптических микроскопов. 3. Определить размеры порошинок порошкового материала и оценить погрешность и неопределенность измерения.
Дидактическая единица: Прикладная метрология				
3. Оценка точности измерения массы	1	4	1, 11, 2	1. Освоить интерферометр ZYGO 7000. 2. Сделать описание топографии поверхностей предоставленных образцов 3. Оценить погрешность и неопределенность сделанных измерений.
4. Оптическая интерферометрия наноразмерной топографии поверхностей	1	4	1, 11, 2	1. Ознакомиться с пробоподготовкой наноструктурированных образцов для растровой и просвечивающей электронной микроскопии. 2. Провести геометрические измерения объектов. 3. Оценить погрешность и неопределенность результатов измерений.

5. Измерение твердости различных материалов	2	4	1, 3, 4	1. Освоить работу на зондовом сканирующем микроскопе. 2. дать оценку погрешности и неопределенности измерений на зондовом микроскопе.
6. Электронная просвечивающая и сканирующая микроскопия	1	4	1, 2	1. Освоить поэлементный анализ стали на оптикоэмиссионном спектрометре. 2. Освоить поэлементный анализ керамического материала на рентгенофлуоресцентном спектрометре.
7. Зондовая микроскопия	1	4	1, 10, 11, 2	1. Освоить работу на микроинтерферометре ZYGO 7000/ 2. Определить стандартизованные характеристики шероховатости поверхностей изделий машино- и приборостроения. 3. Определить погрешность и неопределенность измерения параметров шероховатости при использовании микроинтерферометра
8. Нормирование точности при разработке конструкторской документации	1	4	1, 2	1. Нормировать допуски на детали подвижного соединения: методами полной взаимозаменяемости. 2. Рассчитать и назначить допуски на звенья технологической размерной цепи. 3. Предложить способы обеспечения допустимого зазора в соединении методами неполной взаимозаменяемости
9. Нормирование и стандартизация отклонений формы и расположения поверхностей. Измерения и контроль.	1	4	3, 4	1. Получить опыт определения погрешностей формы и расположения поверхностей изделий машино- и приборостроения. 2. Получить опыт нормирования предельных отклонений формы и расположения поверхностей изделий машино- и приборостроения. 3. Получить представления о взаимосвязи предельных отклонений размеров, формы и расположения поверхностей и микрогеометрии изделий.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 5				
1	Информационный поиск с использованием глобальных компьютерных сетей и анализ реального применения в научно-исследовательской работе студента	11, 9	40	3
Углубленный самостоятельный анализ нормативных государственных и международных документов, технической литературы по проблемам метрологии в соответствии с темой задания, а также анализ реального применения изученных документов и литературы в научно-исследовательской работе в области нанометрологии, к которой привлечен студент.: Метрология, стандартизация и сертификация : методические указания к лабораторным работам № 5-8, 10, 11 для 3-4 курсов всех направлений и всех форм обучения механико-технологического факультета / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. Я. Небольсин и др.]. - Новосибирск, 2008. - 51 с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3482.rar Метрология, стандартизация и сертификация. Ч. 1 : методические указания к лабораторно-практическим занятиям для 3 курса механико-технологического факультета всех направлений и всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. Б. Асанов и др.]. - Новосибирск, 2010. - 31, [1] с. : табл. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042				
2	Подготовка к занятиям	11, 9	20	3
Изучение учебной и научной литературы: Метрология, стандартизация и сертификация : методические указания к лабораторным работам № 5-8, 10, 11 для 3-4 курсов всех направлений и всех форм обучения механико-технологического факультета / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. Я. Небольсин и др.]. - Новосибирск, 2008. - 51 с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3482.rar Метрология, стандартизация и сертификация. Ч. 1 : методические указания к лабораторно-практическим занятиям для 3 курса механико-технологического факультета всех направлений и всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. Б. Асанов и др.]. - Новосибирск, 2010. - 31, [1] с. : табл.				
3	Подготовка к аттестации	11, 12, 9	3	1
Подготовка к выполнению зачетной работы (дифференцированный зачет по изучаемой дисциплине): Метрология, стандартизация и сертификация : методические указания к лабораторным работам № 5-8, 10, 11 для 3-4 курсов всех направлений и всех форм обучения механико-технологического факультета / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. Я. Небольсин и др.]. - Новосибирск, 2008. - 51 с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3482.rar Метрология, стандартизация и сертификация. Ч. 1 : методические указания к лабораторно-практическим занятиям для 3 курса механико-технологического факультета всех направлений и всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. Б. Асанов и др.]. - Новосибирск, 2010. - 31, [1] с. : табл. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail:v.burov@corp.nstu.ru; ЭБС

Консультирование	e-mail:v.burov@corp.nstu.ru
Контроль	e-mail; ЭБС
Размещение учебных материалов	ЭБС

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм
1	Проблемный метод
Краткое описание применения: При выполнении расчетно-графического задания студент рассматривает вопросы реального применения изученных документов и литературы в научно-исследовательской работе, к которой он привлечен	
Подробная информация об использовании технологии приводится в приложении №3 "Метрология, стандартизация и сертификация : методические указания к лабораторным работам № 5-8, 10, 11 для 3-4 курсов всех направлений и всех форм обучения механико-технологического факультета / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. Я. Небольсин и др.]. - Новосибирск, 2008. - 51 с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3482.rar "	

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 5		
<i>Подготовка к занятиям:</i>	0	14
Контролирующие материалы - список вопросов		
<i>Лабораторная:</i>	25	36
<i>РГЗ:</i>	15	30
<i>Зачет:</i>	10	20
Контролирующие материалы - список вопросов		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Защита ЛР	Защита РГЗ	Зачет
ПК.2	з10. знать основы метрологии, основные методы и средства измерения физических величин, правовые основы и системы стандартизации и сертификации, основы нанометрологии	+	+	+
	у13. уметь обосновывать выбор и методику использования средств измерения, осуществлять выбор контрольно-измерительной техники для контроля качества продукции и технологических процессов, анализировать физическое содержание процесса измерений с целью выбора наиболее рациональной схемы их проведения			+

ПК.4	у1. уметь использовать средства обработки данных для их представления в обзорах и отчетах (современные средства сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации).	+	+	+
-------------	--	---	---	---

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Голуб О.В. Стандартизация, метрология и сертификация [Электронный ресурс]: учебное пособие/ О.В. Голуб, И.В. Сурков, В.М. Позняковский— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2014.— 334 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/4151.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Бисерова В.А. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.А. Бисерова, Н.В. Демидова, А.С. Якорева— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Научная книга, 2012.— 159 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8207.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Сергеев А.Г. Нанометрология [Электронный ресурс]: монография/ А.Г. Сергеев— Электрон. текстовые данные.— М.: Логос, 2012.— 416 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9122.html>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Фокин С.А. Обработка результатов измерений физических величин [Электронный ресурс]: учебное пособие для лабораторного практикума по физике/ С.А. Фокин, А.М. Бармасова, М.А. Мамаев— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2009.— 63 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17948.html>.— ЭБС «IPRbooks»

Дополнительная литература

1. Лифиц И. М. Стандартизация, метрология и сертификация : учебник / И. М. Лифиц. - М., 2009. - 412 с. : ил., табл.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Метрология, стандартизация и сертификация : методические указания к лабораторным работам № 5-8, 10, 11 для 3-4 курсов всех направлений и всех форм обучения механико-технологического факультета / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. Я. Небольсин и др.]. - Новосибирск, 2008. - 51 с. : ил., табл.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3482.rar>
2. Асанов В. Б. Нормирование точности и технические измерения. Выбор посадок переходных и с натягом [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. Б. Асанов, Ю. С. Семенова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234730. - Загл. с экрана.

3. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042

4. Метрология, стандартизация и сертификация. Ч. 1 : методические указания к лабораторно-практическим занятиям для 3 курса механико-технологического факультета всех направлений и всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. Б. Асанов и др.]. - Новосибирск, 2010. - 31, [1] с. : табл.

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 MathCAD 14

2 Microsoft Office

9. Материально-техническое обеспечение

Комплект оборудования

№	Наименование	Назначение
1	Цифровой комплекс для исследований металлов и сплавов	Анализ структуры материалов

Специальное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Микроскоп AXIO Observer A1m	Анализ микроструктуры материалов
2	Растровый электронный микроскоп EV050 XVP	Анализ поверхностей разрушения, химический анализ; оборудование для проведения спектрального и дифракционного анализа материалов
3	Просвечивающий электронный микроскоп Теснаі G2 20TWIN	Приставки для проведения химического анализа на просвечивающем электронном микроскопе
4	Твердомер цифровой автоматический Микро-Виккерс, тип 402MVD	Измерение твердости материалов, измерение микротвердости
5	Измерительный микроскоп Nikon MM-400/LMT	Микроскоп позволяет проводить высокоточные измерения. Особенно удобен при проведении Z-осевых измерений и работы с большими образцами
6	Рентгено-флуоресцентный спектрометр ARL Optim*X	Определение химического состава жидких и порошковых материалов

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Метрология и нанометрология приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.2/НИИ готовность в составе коллектива исполнителей участвовать во внедрении результатов научно-технических и проектно-конструкторских разработок в реальный сектор экономики	з10. знать основы метрологии, основные методы и средства измерения физических величин, правовые основы и системы стандартизации и сертификации, основы нанометрологии	Дидактическая единица:2 Теоретическая метрология 2.2 Оптическая микроскопия микронных и субмикронных объектов. Освоение статистической обработки результатов измерений. Дидактическая единица:3 Прикладная метрология 3.3 Оценка точности измерения массы 3.5 Измерение твердости различных материалов Дидактическая единица: Информационный поиск с использованием глобальных компьютерных сетей и анализ реального применения в научно-исследовательской работе студента	РГЗ : разделы углубленного самостоятельного анализа нормативных государственных и международных документов, технической литературы по проблемам метрологии в соответствии с темой задания	Зачет, вопросы: 1...21
ПК.2/НИИ	у13. уметь обосновывать выбор и методику использования средств измерения, осуществлять выбор контрольно-измерительной техники для контроля качества продукции и технологических процессов, анализировать физическое содержание процесса измерений с целью выбора наиболее рациональной схемы их проведения	Дидактическая единица:3 Прикладная метрология 3.3 Оценка точности измерения массы 3.4 Оптическая интерферометрия наноразмерной топографии поверхностей 3.5 Измерение твердости различных материалов 3.6 Электронная просвечивающая и сканирующая микроскопия 3.7 Зондовая микроскопия	РГЗ : разделы углубленного самостоятельного анализа нормативных государственных и международных документов, технической литературы по проблемам метрологии в соответствии с темой задания»	Зачет, вопросы: 22...31
ПК.4/НИИ способность осуществлять подготовку данных для составления обзоров и отчетов	у1. уметь использовать средства обработки данных для их представления в обзорах и отчетах (современные средства сбора, обработки , анализа и систематизации научно-технической информации).	Дидактическая единица:4 Стандартизация и сертификация 4.16 Нормирование характеристик точности размеров изделий и свойств материалов	РГЗ : разделы углубленного самостоятельного анализа нормативных государственных и международных документов, технической литературы по проблемам метрологии в соответствии с темой задания	Зачет, вопросы: 32...42

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 5 семестре - в форме

дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.2/НИИ, ПК.4/НИИ.

Зачет проводится в письменной форме по билетам.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 5 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.2/НИИ, ПК.4/НИИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками, общая оценка составляет менее 50 баллов.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками, общая оценка составляет 50-72 баллов.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки, общая оценка составляет менее 73-86 баллов.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному, качество их выполнения оценено числом баллов 86-100.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра материаловедения в машиностроении

Паспорт зачета

по дисциплине «Метрология и нанометрология», 5 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в письменной форме по билетам.. Билет формируется по следующему правилу:

Первый вопрос из диапазона вопросов 1- 20, второй вопрос из диапазона вопросов 21- 32, третий вопрос из диапазона 33-42. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет МТФ

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Метрология и нанометрология»

№ п\п	Вопрос	Возможное количество баллов
1	Вопрос 1	8
2	Вопрос 2	8
3	Вопрос 3	4
ИТОГО		20

Утверждаю: зав. кафедрой ММ _____ профессор Батаев В.А.
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет (тест) для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет 0-9 баллов.
- Ответ на билет (тест) для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при

ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает не принципиальные ошибки, оценка составляет 10-13 баллов.

- Ответ на билет (тест) для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, оценка составляет 14-17 баллов.
- Ответ на билет (тест) для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок, оценка составляет 18-20 баллов.

3. Шкала оценки

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая Краткая информация о БРС приведена в таблице.

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 5		
<i>Подготовка к занятиям:</i>	0	14
<i>Лабораторные занятия:</i>	25	36
Контролирующие материалы - список вопросов		
<i>Расчетно-графическая работа:</i>	15	30
Список тем РГЗ		
Контролирующие материалы - Объем и качество выполненного задания		
<i>Зачет №3:</i>	10	20
Контролирующие материалы - список вопросов		

Общая оценка по дисциплине может составлять 100 баллов. К зачету допускаются студенты, набравшие не менее 40 баллов в течение семестра. Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов (из 20 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Метрология и нанометрология»

1. Значение метрологии в развитии человечества.
2. Государственная система измерений Российской Федерации.
3. Виды погрешности измерений и причины возникновения погрешности измерений.
4. Погрешность и неопределенность измерений.

5. Государственная система обеспечения единства измерений. Государственный метрологический контроль и надзор
6. Государственная система РФ по обеспечению единства измерений.
7. Понятие измерения, виды погрешностей измерения.
8. Сертификация: цели, задачи и объекты.
9. Теория и методика измерений.
10. Концепция развития нанометрологии.
11. Виды сканирующей зондовой микроскопии, особенности методов.
12. Стандартизация: цели, задачи и объекты стандартизации.
13. Рельефные меры для нанометрового диапазона: классификация, поверка, калибровка.
14. Поверка и калибровка растровых электронных микроскопов.
15. Поверка и калибровка атомно-силовых микроскопов.
16. Понятие неопределенности и погрешности измерения.
17. Введение концепции неопределенности измерений.
18. Хроматография в наноизмерениях.
19. Прямые и косвенные измерения, погрешности измерений.
20. Международные и региональные организации по стандартизации, сертификации и метрологии.
21. Систематические погрешности измерения, причины их возникновения.
22. Классификации методов измерений:
 - по способу получения информации;
 - по характеру зависимости измеряемой величины от времени измерения;
 - по количеству измеряемой информации;
 - по уровню точности;
 - по особенностям обработки результатов измерений;
 - по методу измерения (сравнения, совпадения, дифференциальный, нулевой, цифровой).
23. Технические средства нанометрологии, сравнение неточностей наноизмерений.
24. Туннельная микроскопия, погрешности измерения.
25. Атомно-силовая микроскопия, погрешности измерения.
26. Ближнепольная микроскопия, погрешности измерения.
27. Точность и неопределенность наноизмерений.
28. Растровая электронная микроскопия, погрешности измерения.
29. Просвечивающая электронная микроскопия, погрешности измерения.
30. Спектрометрия, погрешности измерения.
31. Методы и средства интерференционных измерений.
32. Рельефные меры для нанометрового диапазона.
33. Допустимые предельные отклонения размеров.
34. Понятие допуска и посадки в сопряжениях деталей машин.
35. Средства измерения (меры, калибры, универсальные средства измерения), классификация средств измерения.
36. Эталоны, классификация, система поверки.
37. Выполнение и обработка результатов прямых измерений.
38. Сущность оценки неопределенности и представление результатов прямых измерений с однократными наблюдениями.

- 39. Сущность оценки неопределенности и представление результатов косвенных измерений с однократными наблюдениями.
- 40. Сущность случайной неопределенности прямых измерений с многократными наблюдениями.
- 41. Выбор и назначение посадок сопрягаемых деталей машин.
- 42. Обеспечение необходимых сопряжений деталей машин.

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Метрология и нанометрология», 5 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны выполнить: **литературный обзор** (обзор учебной, научно-технической литературы и нормативно-законодательных документов) в соответствии с темой задания; **анализ** реального применения изученных документов и литературы в научно-исследовательской работе в области нанометрологии, к которой привлечен студент.

Обязательные структурные части РГЗ:

- **титульный лист**;
- **введение**;
- **содержание** (наименование разделов работы с указанием страниц);
- **литературный обзор** - обзор учебной, научно-технической литературы и нормативно-законодательных документов в соответствии с темой задания;
- **практическая часть** - использование знаний, полученных при изучении дисциплины «метрология и нанометрология» и при выполнении расчетно-графической работы, в научной студенческой работе;
- **заключение** - выводы о важности полученных знаний в инженерной и научно-исследовательской деятельности.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(Р), анализа нормативных государственных и международных документов, технической литературы по проблемам метрологии в соответствии с темой задания, оценка составляет менее 13 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если студент освоил теоретический материал, но выполнил работу не в срок, с ошибками, допустил неточности при защите работы; оценка составляет 13-22 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если студент освоил теоретический материал, выполнил работу в срок, без ошибок, но допустил неточности при защите работы, оценка составляет 23-27 балла.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если студент освоил теоретический материал, выполнил работу в срок, без ошибок, ответил безошибочно на все вопросы при защите работы, оценка составляет 28-30 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

№ п.п.	Тема расчетно-графического задания
1	Теоретическая, законодательная и практическая метрология.
2	Физические величины, единицы физических величин, размерность.
3	Точность, погрешность и неопределенность измерений.
4	Прямые и косвенные измерения.
5	Понятие сигнала и искажения информации при передаче сигнала, влияние на точность измерений.
6	Измерения линейных размеров в нанометровом диапазоне.
7	Средства измерений, информационная структура и характеристики средств измерений.
8	Статистическая обработка результатов измерений.
9	Доверительный интервал, доверительная вероятность, методы их определения.
10	Гипотезы о характере распределения случайных величин, методы подтверждения гипотезы.
11	Средства измерения и средства контроля, классификация.
12	Теоретические, правовые технические и организационные основы обеспечения единства измерений.
13	Государственный метрологический контроль и надзор за соблюдением требований технических регламентов в области обеспечения единства измерений.
14	Классификация методов измерений.
15	Выбор средств измерений.
16	Метрологические характеристики средств измерений.
17	Сертификация, цели и объекты сертификации.
18	Эталоны в нанометрологии и их роль в обеспечении единства измерений.
19	Погрешности средств измерений.
20	Цели, задачи и достижения стандартизации в области метрологии.
21	Использование электромагнитного излучения в средствах измерения нанообъектов.
22	Дифракция и интерференция в средствах измерения нанообъектов.
23	Зондовая микроскопия, принципы устройства и погрешность зондовых микроскопов.
24	Межгосударственная стандартизация и государственная система обеспечения единства измерений.
25	Международные стандартизация в сфере нанотехнологий.
22	Связь средств измерения по пространственному разрешению (приборной погрешности) с характерными размерами элементов структуры измеряемых объектов

5. Правила оформления расчетно-графической работы

Объем работы составляет 12...20 страниц машинописного текста набранного в программе Microsoft Word, напечатанного на одной стороне белой бумаги формата А4 (210 x 297 мм) размером 14 пт. с интервалом 1,5 строки. Размер левого поля 30мм, верхнего нижнего и правого – 20 мм. Выполненная работа должна проверяться на степень заимствований из литературных источников, оригинальный текст должен составлять не менее 80 %. Пример оформления титульного листа расчетно-графической работы приведен в приложении А.

6. Порядок защиты выполненной расчетно-графической работы

Расчетно-графическое задание выполняется в течение семестра, выполненная работа должна быть сдана на проверку преподавателю за три недели до окончания семестра. После исправления замечаний работа подлежит защите перед преподавателем. С целью придания защите публичности желательно присутствие на защите других студентов, защищающих свои работы.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Материаловедение в машиностроении»

НАИМЕНОВАНИЕ ТЕМЫ

Расчетно-графическая работа по учебной дисциплине
«Метрология и нанометрология»

Выполнил
Студент гр. НТ-501
профессор
_____ Фамилия И.О.

Преподаватель
д.т.н.,
_____ Буров В.Г.

Оценка:
ETS «____»,
балл «____»,
«____»
Дата: «____» _____ 2017 г.

Новосибирск 2017