

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФИО: Макуев Валентин Анатольевич

Мытищинский филиал

Должность: Заместитель директора по учебной работе

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего

Дата подписания: 08.06.2024 10:52:51

Уникальный программный ключ:

образования «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

a0887579b7e63594c87851bc1bb030c7c4482fa1

(национальный исследовательский университет)»

(МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана)



Заместитель директора

по учебной работе

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана

Макуев В.А.

«25» июня 2021 г.

Факультет К «Космический факультет»

Кафедра К2 «Информационно-измерительные

системы и технологии приборостроения»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы инженерной нанометрии

Автор программы:

Удалов М.Е., доцент (к.н.), кандидат технических наук, udalov@bmstu.ru

Утверждена на заседании кафедры «Информационно-измерительные системы и технологии приборостроения»

Протокол № 10 заседания кафедры «К2» от 08.06.2021 г.

Начальник Отдела образовательных программ

Шевлякова А.А



---

Рабочая программа одобрена на 2022/2023 учебный год.

Протокол № 8 заседания кафедры «К2» от 12.04.2022 г.

Лист переутверждения рабочей программы дисциплины / практики.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	с.
1. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	6
3. Объем дисциплины .....	7
4. Содержание дисциплины, структурированное по модулям учебной дисциплины с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий .....	8
5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов .....	11
6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации студентов по дисциплине .....	12
7. Перечень учебной литературы и дополнительных материалов, необходимых для освоения дисциплины .....	13
8. Перечень ресурсов сети интернет, рекомендуемых для самостоятельной работы при освоении дисциплины .....	15
9. Методические указания для студентов по освоению дисциплины .....	16
10. Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая перечень программного обеспечения, информационных справочных систем и профессиональных баз данных .....	17
11. Описание материально-технической базы, необходимой для изучения дисциплины ....	18

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Настоящая рабочая программа дисциплины устанавливает требования к знаниям и умениям студента, а также определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа разработана в соответствии с:

- Самостоятельно устанавливаемым образовательным стандартом (СУОС 3++) по направлению подготовки (уровень магистратуры): 12.04.01 «Приборостроение»;
- Основной профессиональной образовательной программой по направлению подготовки 12.04.01 «Приборостроение»;
- Учебным планом МГТУ им. Н.Э. Баумана по направлению подготовки 12.04.01 «Приборостроение».

При освоении дисциплины планируется формирование компетенций, предусмотренных ОПОП на основе СУОС 3++ по направлению подготовки 12.04.01 «Приборостроение» (уровень магистратуры)

Код компетенции по СУОС 3++	Формулировка компетенции
<b>Профессиональные компетенции собственные</b>	
ПКС-3 (12.04.01/31 Информационно-измерительная техника и технологии)	Готов проектировать и конструировать типовые детали и узлы с использованием стандартных средств компьютерного проектирования

Для категорий «знать, уметь, владеть» планируется достижение результатов обучения (РО), вносящих на соответствующих уровнях вклад в формирование компетенций, предусмотренных основной профессиональной образовательной программой (табл. 1).

Таблица 1. Индикаторы достижения компетенции

1	2	3
Компетенция: код по СУОС 3++, формулировка	Индикаторы	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
<p>ПКС-3 (12.04.01/31 Информационно-измерительная техника и технологии) Готов проектировать и конструировать типовые детали и узлы с использованием стандартных средств компьютерного проектирования</p>	<p><b>ЗНАТЬ</b> - требования стандартов и других нормативных документов по конструктивному исполнению элементов приборных систем - основы программных средств проектирования конструкции устройств ИИС</p> <p><b>УМЕТЬ</b> - конструировать типовые детали и узлы измерительных систем и датчико-преобразующей аппаратуры - оформлять чертежи и конструкторскую документацию в соответствии ЕСКД</p> <p><b>ВЛАДЕТЬ</b> - навыками использования стандартных средств компьютерного проектирования - средствами компьютерного моделирования динамики массогабаритных моделей конструкционных блоков</p>	<p><b>Формы обучения:</b> Фронтальная и групповая формы.</p> <p><b>Методы обучения:</b> Словесный метод обучения (Лекции) Методы практической работы (Семинары) Метод проблемного обучения(Самостоятельная работа)</p> <p><b>Активные и интерактивные методы обучения:</b> обсуждение практических примеров на лекциях и семинарах</p>

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина входит в блок Б1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы магистратуры по направлению 12.04.01 «Приборостроение».

Изучение дисциплины предполагает предварительное освоение следующих дисциплин учебного плана:

- «Информационные технологии в приборостроении»;

а так же на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении информатики, программирования, проектирования, информационно-измерительных систем, САПР в рамках учебного плана бакалавра.

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для следующих дисциплин образовательной программы:

- «Приборное обеспечение экологического мониторинга»;

а так же научно-исследовательской работы, производственно-технологической и преддипломной практик.

Освоение учебной дисциплины связано с формированием компетенций с учетом матрицы компетенций ОПОП для направления (уровень магистратуры): 12.04.01 Приборостроение .

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общий объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы(з.е.), 72 академических часа (54 астрономических часа). В том числе: 1 семестр – 2 з.е. (72 ак.ч.).

**Таблица 2.** Объём дисциплины по видам учебных занятий (в академических часах)

Виды учебной работы	Объем по семестрам, акад. ч.	
	Всего	Количество семестров освоения дисциплины
		1
Объем дисциплины	72	72
<b>Аудиторная работа*</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
Лекции (Л)	18	18
Семинары (С)	18	18
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
Проработка учебного материала лекций	2.25	2.25
Подготовка к семинарам	2.25	2.25
Написание реферата	3	3
Другие виды самостоятельной работы	28.5	28.5
<b>Вид промежуточной аттестации</b>		<b>Зачёт</b>

\*в том числе, в форме практической подготовки

**4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО МОДУЛЯМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ**

**Таблица 3. Содержание дисциплины**

№ п/п	Тема (название) модуля	Виды занятий*, часы				Компетенции, закрепленные за темой (код по СУОС 3++)	Текущий контроль результатов обучения		
		Л	С	ЛР	СР		Срок (неделя)	Формы	Баллы (мин/макс)
<b>1 семестр</b>									
1	Виды измерений и средств измерений. Испытания и измерения для целей сертификации продукции nanoиндустрии. Основные концепции нанометрологии. Испытательное оборудование, средства измерений и измерительные установки, технические средства метрологического обеспечения испытаний и измерений. Программы и методики выполнения измерений и испытаний.	18	18	0	36	ПКС-3	18	Рубежный контроль	60/100
								<b>ИТОГО:</b>	<b>60/100</b>
	<b>ИТОГО за семестр</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>36</b>	-	<b>18</b>	-	<b>60/100</b>

\*в том числе, в форме практической подготовки



## Содержание дисциплины, структурированное по темам (модулям)

№, п/п	Наименование модуля, содержание	Часы
<b>1</b>	Виды измерений и средств измерений. Испытания и измерения для целей сертификации продукции наноиндустрии. Основные концепции нанометрологии. Испытательное оборудование, средства измерений и измерительные установки, технические средства метрологического обеспечения испытаний и измерений. Программы и методики выполнения измерений и испытаний.	
	<b>Лекции</b>	18
1.1	<b>Виды измерений и средств измерений.</b> Виды измерений. Система единиц физических величин. Виды эталонов и стандартных образцов. Единицы измерения. Связь систем единиц физических величин.	2
1.2	<b>История и развитие нанометрологии.</b> Возникновение нанометрологии. Нанометрология за рубежом. Положение России в сфере наноиндустрии. Концепция развития нанометрологии.	2
1.3	<b>Основные концепции нанометрологии. Свойства наноструктур.</b> Особенности свойств наноструктур: термодинамические свойства, свойства проводимости, магнитные свойства.	2
1.4	<b>Фундаментальные явления в низкоразмерных структурах. Элементы низкоразмерных структур.</b> Квантовое ограничение. Баллистический транспорт носителей заряда. Туннелирование носителей заряда. Спиновые эффекты. Свободная поверхность и межфазные границы. Сверхрешетки. Моделирование атомных конфигураций.	2
1.5	<b>Виды наноструктур.</b> Общие сведения о наноразмерных структурах. Классификация наноструктур по нанобазису и топологии: нанополупроводники; нанополимеры; нанобиоматериалы; фуллерены и нанотрубки; наночастицы и нанопорошки; нанопористые материалы; супрамолекулярные структуры; консолидированные наноматериалы.	2
1.6	<b>Испытательное оборудование, средства измерений и измерительные установки, технические средства метрологического обеспечения испытаний и измерений для растровой электронной микроскопии.</b> Растровая электронная микроскопия (РЭМ) высокого разрешения. Получение изображений методом РЭМ образцов наноразмерных объектов (проводящих и непроводящих): наночастиц (нанопорошков), наностержней, нановолокон, нанотрубок, нанопроволок, нанодисков. Анализ изображений с получением численных данных о размерах и форме нанобъектов, степени их агрегируемости.	2
1.7	<b>Испытательное оборудование, средства измерений и измерительные установки, технические средства метрологического обеспечения испытаний и измерений для просвечивающей электронной микроскопии.</b> Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ) высокого разрешения. Получение изображений методом ПЭМ образцов наноразмерных объектов: наночастиц (нанопорошков), наностержней, нановолокон, нанотрубок, нанопроволок, нанодисков. Анализ изображений с получением численных данных о размерах и форме нанобъектов, степени их агрегируемости и распределении по размерам.	2
1.8	<b>Программы и методики выполнения измерений и испытаний. Методики поверки и меры поверки растровых электронных измерительных микроскопов.</b> Методики определения толщины тонких слоев покрытий и гетероструктур в диапазоне 1 - 100 нм с использованием сканирующего зондового микроскопа. Методики поверки и меры поверки сканирующих зондовых измерительных микроскопов. Методики оптической сканирующей микроскопии, в том числе ближнего поля, с пространственным разрешением	2

	порядка 10 нм в видимом спектральном диапазоне. Методики сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ) для исследования наноструктурных объектов и материалов с нанометровым разрешением в различных режимах.	
1.9	<b>Атомно-силовая микроскопия.</b> Получение изображений в контактном, полуконтактном и бесконтактном режимах атомно силовой микроскопией. Получение изображений в режиме фазового контраста. Получение изображений в режиме магнитных или электрических сил. Получение изображений в режиме электрохимического зондового микроскопа. Получение изображений в режиме туннельного микроскопа.	2
	<b>Семинары</b>	18
С1.1	<b>Виды и методы измерений. Погрешности измерений.</b> Типы погрешностей. Абсолютные и относительные погрешности. Методические, инструментальные, статические, динамические, аддитивные, мультипликативные и нелинейные. Погрешности в косвенных измерениях	2
С1.2	<b>Фундаментальные явления в низкоразмерных структурах.</b> Квантовое ограничение. Баллистический транспорт носителей заряда. Туннелирование носителей заряда. Спиновые эффекты.	2
С1.3	<b>Элементы низкоразмерных структур.</b> Свободная поверхность и межфазные границы. Сверхрешетки. Моделирование атомных конфигураций.	2
С1.4	<b>Структуры с квантовым ограничением, создаваемым внешним электрическим полем.</b> Структуры металл/диэлектрик/полупроводник. Структуры с расщепленным затвором.	2
С1.5	<b>Традиционные методы формирования пленок.</b> Химическое осаждение из газовой фазы. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Электрохимическое осаждение металлов и полупроводников. Электрохимическое окисление металлов и полупроводников.	2
С1.6	<b>Методы, основанные на использовании сканирующих зондов.</b> Физические основы. Атомная инженерия. Зондовые методы формирования наноструктур.	2
С1.7	<b>Нанолитография.</b> Электронно-лучевая литография. Зондовая нанолитография. Нанопечать. Сравнение нанолитографических методов.	2
С1.8	<b>Саморегулирующиеся процессы.</b> Самосборка. Самоорганизация в объемных материалах. Самоорганизация при эпитаксии. Формирование плёнок Ленгмюра-Блоджетт.	2
С1.9	<b>Формирование и свойства наноструктурированных материалов.</b> Пористый кремний. Пористый оксид алюминия. Пористые оксиды тугоплавких металлов. Углеродные наноструктуры.	2
	<b>Самостоятельная работа</b>	36
СР1.1	Проработка учебного материала лекций	2.25
СР1.2	Подготовка к семинарам	2.25
СР1.3	Подготовка к рубежному контролю	3
СР1.4	Другие виды самостоятельной работы	28.5

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Самостоятельная работа студентов по дисциплине обеспечивается следующими учебно-методическими материалами:

1. Рабочая программа дисциплины.
2. Перечень учебной литературы и дополнительных материалов, необходимых для освоения дисциплины [Раздел 7 Рабочей программы дисциплины].
3. Перечень ресурсов сети «Интернет», рекомендуемых для самостоятельной работы при освоении дисциплины [Раздел 8 Рабочей программы дисциплины].
4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины [Раздел 9 Рабочей программы дисциплины].
5. Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая перечень программного обеспечения, информационных справочных систем и профессиональных баз данных [Раздел 10 Рабочей программы дисциплины].

Студенты получают доступ к указанным материалам начиная с первого занятия по дисциплине, в соответствии с ОПОП.

## **6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине базируется на перечне компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы (раздел 1). ФОС обеспечивает объективный контроль достижения всех результатов обучения, запланированных для дисциплины.

ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, владений и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана.

ФОС является приложением к данной рабочей программе дисциплины.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Литература

1. Основы нанотехнологии : учебник / Н.Т. Кузнецов, В.М. Новоторцев, В.А. Жабрев, В.И. Марголин. — 2-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2017. — 400 с. — ISBN 978-5-00101-476-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/94129> (дата обращения: 22.08.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Раков, Э.Г. Неорганические наноматериалы : учебное пособие / Э.Г. Раков. — 2-е изд. (эл.). — Москва : Лаборатория знаний, 2015. — 480 с. — ISBN 978-5-9963-2927-4. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/70727> (дата обращения: 22.08.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий. Методы и применение: сборник научных трудов / перевод с английского С. А. Иванова, К. И. Домкина. — 3-е изд. — Москва: Лаборатория знаний, 2017. — 607 с. — ISBN 978-5-00101-478-2. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/94144> (дата обращения: 22.08.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Нанoeлектроника: теория и практика: учебник / В.Е. Борисенко, А.И. Воробьева, Е.А. Уткина, А.Л. Данилюк. — 4-е, изд. — Москва: Лаборатория знаний, 2015. — 369 с. — ISBN 978-5-9963-2943-4. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/84103> (дата обращения: 22.08.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### Дополнительные материалы

5. ГОСТ ISO/TS 80004-1-2017 Нанотехнологии. Часть 1. Основные термины и определения. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200146934> – Загл. с экрана.
6. ГОСТ ISO/TS 80004-2-2017 Нанотехнологии. Часть 2. Нанообъекты. Термины и определения. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/556323260> – Загл. с экрана.
7. ГОСТ ISO/TS 80004-3-2014 Нанотехнологии. Часть 3. Нанообъекты углеродные. Термины и определения. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200125957> – Загл. с экрана.
8. ГОСТ ISO/TS 80004-4-2016 Нанотехнологии. Часть 4. Материалы наноструктурированные. Термины и определения. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200141446> – Загл. с экрана.
9. ГОСТ ISO/TS 80004-5-2014 Нанотехнологии. Часть 5. Нано-/био-интерфейс. Термины и определения. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200125958> – Загл. с экрана.
10. ГОСТ ISO/TS 80004-6-2016 Нанотехнологии. Часть 6. Характеристики нанообъектов и методы их определения. Термины и определения. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200141447> – Загл. с экрана.
11. ГОСТ ISO/TS 80004-7-2014 Нанотехнологии. Часть 7. Нанотехнологии в

медицине. Термины и определения. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200125959> – Загл. с экрана.

12. ГОСТ ISO/TS 80004-8-2016 Нанотехнологии. Часть 8. Процессы нанотехнологического производства. Термины и определения. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200141448> – Загл. с экрана.

13. ГОСТ Р 58038-2017/IEC/TS 80004-9:2017 Нанотехнологии. Часть 9. Нанотехнологические электротехнические изделия и системы. Термины и определения. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/556323310> – Загл. с экрана.

14. ГОСТ Р 58039-2017/ISO/TS 80004-11:2017 Нанотехнологии. Часть 11. Нанослой, нанопокрывтие, нанопленка. Термины и определения. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/556323251> – Загл. с экрана.

15. ГОСТ Р 57257-2016/ISO/TS 80004-12:2016 Нанотехнологии. Часть 12. Квантовые явления. Термины и определения. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200141432> – Загл. с экрана.

16. ГОСТ Р 57909-2017/ISO/TS 17200:2013 Нанотехнологии. Порошки из наночастиц. Основные характеристики и методы их определения. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200157504> – Загл. с экрана.

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ СЕТИ ИНТЕРНЕТ, РЕКОМЕНДУЕМЫХ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Сайт университета: <https://mf.bmstu.ru/info/faculty/kf/caf/k2/>
2. Российская государственная библиотека. <http://www.rsl.ru>.
3. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. <http://www.gpntb.ru>.
4. Библиотека МГТУ им. Н.Э. Баумана. <http://library.bmstu.ru>.
5. Научно-техническая библиотека КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. <http://library.bmstu-kaluga.ru>.
6. Научная электронная библиотека <http://eLIBRARY.RU>.
7. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» <http://e.lanbook.com>.
8. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru>.
9. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>.
10. Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Юрайт» <https://biblio-online.ru>.
11. Центральная библиотека образовательных ресурсов Минобрнауки РФ. [www.edulib.ru](http://www.edulib.ru).
12. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru>.
13. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. <http://fcior.edu.ru>.
14. Сайт Издательства МГТУ им. Н.Э. Баумана <https://bmstu.press/>

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Приступая к работе, каждый студент должен принимать во внимание нижеследующие положения.

Дисциплина построена по модульному принципу, каждый модуль представляет собой логически завершённый раздел дисциплины. Дисциплина делится на один модуль.

На первом занятии студент получает информацию для доступа к комплексу методических материалов по дисциплине.

**Лекционные занятия** посвящены рассмотрению ключевых, базовых положений курса и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную проработку.

**Семинары** проводятся для закрепления усвоенной информации, приобретения навыков ее применения для решения практических задач в предметной области дисциплины.

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения семинаров, практических занятий и индивидуальных и(или) групповых консультаций, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка может включать в себя отдельные занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

**Самостоятельная работа** студентов включает следующие виды: проработка учебного материала лекций, подготовка к семинарам, подготовка к рубежному контролю. Результаты всех видов работы студентов формируются в виде личного рейтинга, который учитывается на промежуточной аттестации. Самостоятельная работа предусматривает не только проработку материалов лекций, но и их расширение в результате поиска, анализа, структурирования и представления в компактном виде современной информации из всех возможных источников.

**Текущий контроль** проводится в течение каждого модуля, его итоговые результаты складываются из оценок по следующим видам контрольных мероприятий:  
- Рубежный контроль.

Освоение дисциплины и ее успешное завершение на стадии промежуточной аттестации возможно только при регулярной работе во время семестра и планомерном прохождении текущего контроля. Набрать рейтинг по всем модулям в каждом семестре, пройти по каждому модулю плановые контрольные мероприятия в течение экзаменационной сессии невозможно.

Для завершения работы в семестре студент должен выполнить все контрольные мероприятия.

**Промежуточная аттестация** по дисциплине проходит в форме зачета.

### Методика оценки по рейтингу

Студент, выполнивший все предусмотренные учебным планом задания и сдавший все контрольные мероприятия, получает итоговую оценку по дисциплине за семестр в соответствии со шкалой:

Рейтинг	Оценка на зачете
85 – 100	Зачтено
71 – 84	Зачтено
60 – 70	Зачтено
0 – 59	Не зачтено

Оценивание дисциплины ведется в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана.



## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ**

### **Информационные технологии:**

– Электронная информационно-образовательная среда МГТУ им. Н.Э. Баумана обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), программам практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), программах практик, формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы. Предусмотрена возможность синхронного и асинхронного взаимодействия студентов и преподавателей посредством технологий и служб по пересылке и получению электронных сообщений между пользователями компьютерной сети Интернет.

– e-mail преподавателя для оперативной связи: [udalov@mgul.ac.ru](mailto:udalov@mgul.ac.ru)

### **Программное обеспечение:**

- пакет программ Open Office или Libre Office;
- Mathcad;

### **Информационные справочные системы:**

- Информационно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>;
- Информационно-правовая система «Консультант Плюс» <http://www.consultant.ru>.

### **Профессиональные базы данных:**

- Ресурс «Машиностроение» <http://www.i-mash.ru>.
- Портал машиностроения <http://www.mashportal.ru>.

## 11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Перечень материально-технического обеспечения дисциплины

№, п/п	Вид занятий	Вид и наименование оборудования
1	Лекции	специально оборудованные аудитории с мультимедийными средствами, средствами звуковоспроизведения и имеющими выход в сеть Интернет; помещения для проведения аудиторных занятий, оборудованные учебной мебелью; аудитории оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и сети Интернет; студии; компьютерные классы.
2	Семинары	специально оборудованные аудитории с мультимедийными средствами, средствами звуковоспроизведения и имеющими выход в сеть Интернет; помещения для проведения аудиторных занятий, оборудованные учебной мебелью; аудитории оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и сети Интернет; студии; компьютерные классы.
3	Самостоятельная работа	библиотека, имеющая рабочие места для студентов; выставочные залы; аудитории, оснащенные компьютерами с доступом к сети Интернет. Социокультурное пространство университета позволяет студенту качественно выполнять самостоятельную работу.

## ЛИСТ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ

### **1). П.7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:**

#### **7. Перечень учебной литературы и дополнительных материалов, необходимых для освоения дисциплины**

Литература по дисциплине:

1. Основы нанотехнологии : учебник / Н. Т. Кузнецов, В. М. Новоторцев, В. А. Жабрев, В. И. Марголин ; художник И. Е. Марев. — 3-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2021. — 400 с. — ISBN 978-5-906828-26-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/176415>
2. Раков, Э. Г. Неорганические наноматериалы : учебное пособие / Э. Г. Раков. — 3-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 480 с. — ISBN 978-5-00101-741-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/135513>
3. Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий. Методы и применение : сборник научных трудов / под редакцией У. Жу, Ж. Л. Уанга ; перевод с английского С. А. Иванова, К. И. Домкина ; художник Н. А. Новак. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2021. — 601 с. — ISBN 978-5-00101-142-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/166756>
4. Нанoeлектроника: теория и практика : учебник / В. Е. Борисенко, А. И. Воробьева, А. Л. Данилюк, Е. А. Уткина. — 5-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 369 с. — ISBN 978-5-00101-732-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/151562>

### **2). П.10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:**

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая перечень программного обеспечения, информационных справочных систем и профессиональных баз данных**

**Программное обеспечение:**

- LibreOffice

**Преподаватель кафедры:**

Удалов М.Е., доцент (к.н.), кандидат технических наук, [udalov@bmstu.ru](mailto:udalov@bmstu.ru)