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

Кафедра полупроводниковых приборов и микроэлектроники

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ
к.т.н. Стрельцов С. А.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ НЕКВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
31.08.2026
Владелец: к.т.н. Стрельцов С. А.
Срок действия: не ограничен
Адрес хранения электронного документа:
https://www.nstu.ru/university/info/sveden/education

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
# Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем

Образовательная программа: 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, профиль: Микроэлектроника и наноэлектроника

Курс: 4, семестр : 7

Факультет радиотехники и электроники,

| | | **Семестр** |
|---|---|---|
| **№** | **Вид деятельности** | **7** |
| **1** | Всего зачетных единиц (кредитов) | 4 |
| **2** | Всего часов | 144 |
| **3** | Всего занятий в контактной форме, час. | 54 |
| **4** | Лекции, час. | 34 |
| **5** | Практические занятия, час. | 0 |
| **6** | Лабораторные занятия, час. | 16 |
| **7** | из них в активной и интерактивной форме, час. | 8 |
| **8** | из них практической подготовки, час. | 22 |
| **9** | Аттестация, час. | 2 |
| **10** | Консультации, час. | 2 |
| **11** | Самостоятельная работа, час. | 90 |
| **12** | Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ(Р)/реферат, подготовка к контрольной работе) | Р контр. |
| **13** | Вид аттестации | 3 |

Новосибирск 2026

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

ФГОС введен в действие приказом №927 от 19.09.2017 г. , дата утверждения: 10.10.2017 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, формируемая участниками образовательных отношений

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ППиМЭ, 31.08.2026

Утверждена на совете факультета радиотехники и электроники, протокол № 8 от 31.08.2026

Заведующий кафедрой:

доцент, к.т.н. Остертак Д. И.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Остертак Д. И.

## 1. Внешние требования

Таблица 1.1

| Группа | Компетенции |
|---|---|
| | **Индикаторы достижения компетенций** |
| Профессиональные компетенции | ПК-12.В/ПТ Способен организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники |
| | ПК-12.В/ПТ. 1 Знает методическую базу измерений параметров технологических процессов и тестирования продукта производства |
| | ПК-12.В/ПТ. 2 Умеет осуществлять поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры |
| | ПК-12.В/ПТ. 3 Владеет навыками метрологического сопровождения технологических процессов |
| Профессиональные компетенции | ПК-6/НА Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения |
| | ПК-6/НА. 1 Умеет проводить исследования характеристик электронных приборов |
| | ПК-6/НА. 2 Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков |

## 2. Требования НГТУ к планируемым результатам обучения, соотнесенным с индикаторами достижения компетенций

Таблица 2.1

| **Индикаторы достижения компетенций** | **Формы организации занятий** |
|---|---|
| **Результаты обучения** | |
| **ПК-12.В/ПТ. 1 Знает методическую базу измерений параметров технологических процессов и тестирования продукта производства** | |
| Знает методическую базу измерений параметров материалов наноструктурированных материалов и структур | Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| **ПК-12.В/ПТ. 2 Умеет осуществлять поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры** | |
| Владеет математическим аппаратом обработки метрологических параметров экспериментальных данных | Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| **ПК-12.В/ПТ. 3 Владеет навыками метрологического сопровождения технологических процессов** | |
| Уметь применять методы анализа и обработки экспериментальных данных, систематизации научно-технической информации | Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| Владеет методами метрологическиих обработок данных | Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| **ПК-6/НА. 1 Умеет проводить исследования характеристик электронных приборов** | |
| Уметь применять современные методы исследования для синтеза и анализа материалов и компонентов микро- и наносистемной техники | Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| **ПК-6/НА. 2 Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков** | |
| Владеть методами экспериментального исследования параметров и характеристик материалов и компонентов нано- и микросистемной техники | Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |

## 3. Содержание и структура дисциплины

Таблица 3.1

| Темы лекций | Часы | Из них в форме практ. подг., час. | Активные формы, час. | Индикаторы достижения компетенций | Учебная деятельность |
|---|---|---|---|---|---|
| **Семестр: 7** | | | | | |
| **Дидактическая единица: обзор методов анализа структур** | | | | | |
| 1. Особенности и свойства наноструктурированных материалов. Основы классификации и типа структур наноматериалов. Физические причины специфики наноматериалов и доминирующая роль поверхности. Квантовые и классические размерные эффекты. Обеспечение единства измерений параметров наноматериалов. . Классификация методов диагностики по зондирующим воздействиям и детектируемым частицам, характер получаемой информации Доминирующая роль поверхности и обзор методов, применяемых для ее исследования | 2 | 0 | 0 | ПК-12.В/ПТ.1,ПК-6/НА.1 | лекция |
| **Дидактическая единица: Дифракционные методы исследования** | | | | | |
| 2.<br>ДМЭ, аппаратура. Инструментальные ограничения метода. Интерпретация картин ДМЭ. ДБЭ, аппаратура, особенности (преимущества и недостатки по сравнению с ДМЭ). Анализ картин ДБЭ | 4 | 6 | 0 | ПК-12.В/ПТ.1,ПК-12.В/ПТ.2,ПК-12.В/ПТ.3,ПК-6/НА.1 | лекции |
| **Дидактическая единица: Методы электронной спектроскопии** | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 3. Энергетический спектр электронов в методах электронной спектроскопии. Процессы и эффекты при взаимодействии электронов с веществом. Анализаторы задерживающего поля, типа "цилиндрического зеркала". концентрический полусферический и секторный цилиндрический анализаторы Преимущества и недостатки.Электронная Оже-спектроскопия. Физические принципы. Экспериментальное оборудование для электронной Оже-спектроскопии (ЭОС). Оже-анализ. Применение ЭОС.. Спектроскопия характеристических потерь энергии электронами (СХПЭЭ).Спектроскопия характеристических потерь энергии электронами глубоких уровней, низкоэнергетическая и плазмонная спектроскопия характеристических потерь энергии электронами и спектроскопия характеристических потерь энергии электронами высокого разрешения. Экспериментальное оборудование. Фотоэлектронная спектроскопия: РФЭС, физические принципы метода. ФЭС. Источники. Энергия связи, влияние конечных состояний и химические сдвиги в РФЭС. Ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия | 12 | 0 | 0 | ПК-12.В/ПТ.1,ПК-12.В/ПТ.2,ПК-12.В/ПТ.3,ПК-6/НА.1 | лекции |
| **Дидактическая единица: Методы электронной микроскопии** | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 4. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ). Экспериментальное оборудование, разрешающая способность, образцы. Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ). Вторичные процессы при взаимодействии электронов с веществом.Экспериментальное оборудование, разрешающая способность СЭМ. Электронно-ионный сканирующий микроскоп 1540 EsB | 8 | 0 | 0 | ПК-12.В/ПТ.1,ПК-12.В/ПТ.2,ПК-12.В/ПТ.3,ПК-6/НА.1,ПК-6/НА.2 | лекции |
| **Дидактическая единица: Методы сканирующей зондовой микроскопии** | | | | | |
| 5. Принцип работы. Сканеры и зонды СЗМ. Артефакты в СЗМ. Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ). Режимы работы, особенности СТМ. Атомно-силовая микроскопия (АСМ). Режимы работы, особенности АСМ. Сканирующая ближнепольная оптическая микроскопия. Принцип работы и области применени | 8 | 0 | 0 | ПК-12.В/ПТ.1,ПК-12.В/ПТ.2,ПК-12.В/ПТ.3,ПК-6/НА.1,ПК-6/НА.2 | лекции |

| **Темы лабораторных работ** | **Часы** | **Из них в форме практ. подг., час.** | **Активные формы, час.** | **Индикаторы достижения компетенций** | **Учебная деятельность** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Семестр: 7** | | | | | |
| **Дидактическая единица: Методы сканирующей зондовой микроскопии** | | | | | |
| 6. Получение СЗМ изображения. Обработка и представление результатов. | 4 | 4 | 2 | ПК-12.В/ПТ.1,ПК-12.В/ПТ.2,ПК-12.В/ПТ.3,ПК-6/НА.1,ПК-6/НА.2 | лабораторная работа |
| 7. Обработка и количественный анализ СЗМ изображения | 4 | 4 | 2 | ПК-12.В/ПТ.1,ПК-12.В/ПТ.2,ПК-12.В/ПТ.3,ПК-6/НА.1,ПК-6/НА.2 | лабораторная работа |
| 8. Исследование поверхности твердых тел методом сканирующей туннельной микроскопии | 4 | 4 | 2 | ПК-12.В/ПТ.1,ПК-12.В/ПТ.2,ПК-12.В/ПТ.3,ПК-6/НА.1,ПК-6/НА.2 | лабораторная работа |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 9. Артефакты в сканирующей зондовой микроскопии | 4 | 4 | 2 | ПК-12.В/ПТ.1,ПК-12.В/ПТ.2,ПК-12.В/ПТ.3,ПК-6/НА.1,ПК-6/НА.2 | лабораторная работа |

## 3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

| № | Темы занятий | Формы организации занятий | Содержание практической подготовки (виды работ) |
|---|---|---|---|
| 1 | ДМЭ, аппаратура. Инструментальные ограничения метода. Интерпретация картин ДМЭ. ДБЭ, аппаратура, особенности (преимущества и недостатки по сравнению с ДМЭ). Анализ картин ДБЭ | Л | Выполняет следующие виды работ: изучение методик проведения исследований параметров и характеристик наноструктурных материалов методами дифракции медленных и быстрых электронов |
| 2 | Получение СЗМ изображения. Обработка и представление результатов. | Лб | Выполняет следующие виды работ: Настройка, наладка и калибровка оборудования для освоения методов СЗМ с целью исследования параметров поверхности наноструктурированных материалов |
| 3 | Обработка и количественный анализ СЗМ изображения | Лб | Выполняет следующие виды работ: Выполняет анализ данных, полученных в ходе эксперимента с целью получения навыков анализа и обработки метрологических параметров экспериментальных данных и овладения методами экспериментального исследования характеристик |
| 4 | Исследование поверхности твердых тел методом сканирующей туннельной микроскопии | Лб | Выполняет следующие виды работ: Выбор методов решения профессиональных задач для исследования параметровнаноструктурированных материалов , освоение метода сканирующей туннельной микроскопии , интерпретация результатов, полученных в ходе эксперимента с целью освоение методов анализа и обработки экспериментальных данных |
| 5 | Артефакты в сканирующей зондовой микроскопии | Лб | Выполняет следующие виды работ: Интерпретация и анализ результатов, полученных в ходе эксперимента с целью овладения методами анализа и обработки экспериментальных данных, в том числеметрологической обработки и овладения методами экспериментального исследования параметров структур |

## 3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

| № | Виды самостоятельной работы | Индикаторы достижения компетенций | Часы на выполнение | Часы на консультации |
|---|---|---|---|---|
| **Семестр: 7** | | | | |
| 1 | Контрольные работы | ПК-12.В/ПТ.2, ПК-12.В/ПТ.3, ПК-6/НА.2 | 18 | 0 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| подготовка к контрольной работе: Филимонова Н. И. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур: сканирующая зондовая микроскопия. Ч. 1 : учебное пособие / Н. И. Филимонова, Б. Б. Кольцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2013.- 131, [2] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000178062 | | | | |
| 2 | РГЗ/Реферат | ПК-12.В/ПТ.1, ПК-12.В/ПТ.2, ПК-12.В/ПТ.3, ПК-6/НА.1 | 20 | 0 |
| анализ литературы по выбранной теме, работа над РГЗ : Филимонова Н. И. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур: сканирующая зондовая микроскопия. Ч. 1 : учебное пособие / Н. И. Филимонова, Б. Б. Кольцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2013.- 131, [2] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000178062 Никулина А. А. Физические методы исследования материалов [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. А. Никулина ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2019].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000241599.- Загл. с экрана. | | | | |
| 3 | Подготовка к занятиям | ПК-12.В/ПТ.1, ПК-12.В/ПТ.2, ПК-12.В/ПТ.3, ПК-6/НА.1,ПК-6/НА.2 | 28 | 1 |
| подготовка к выполнению и защите лабораторных работ: Филимонова Н. И. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур: сканирующая зондовая микроскопия. Ч. 1 : учебное пособие / Н. И. Филимонова, Б. Б. Кольцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2013.- 131, [2] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000178062 | | | | |
| 4 | Дополнительная учебная деятельность | ПК-12.В/ПТ.1, ПК-6/НА.1 | 2 | 0 |
| Исправление ошибок в контрольной работе или РГЗ в случае получения низкой оценки: Филимонова Н. И. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур: сканирующая зондовая микроскопия. Ч. 1 : учебное пособие / Н. И. Филимонова, Б. Б. Кольцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2013.- 131, [2] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000178062 | | | | |
| 5 | Подготовка к аттестации | ПК-6/НА.1 | 22 | 1 |
| Подготовка к экзамену: Филимонова Н. И. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур: сканирующая зондовая микроскопия. Ч. 1 : учебное пособие / Н. И. Филимонова, Б. Б. Кольцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2013.- 131, [2] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000178062 | | | | |

### 3.3 Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 3.4).

Таблица 3.4

| Деятельность | Информационно-коммуникационные технологии |
|---|---|
| Информирование | e-mail; Социальные сети; Среда электронного обучения НГТУ; Чат; ЭБС |
| Консультирование | e-mail; Социальные сети; Среда электронного обучения НГТУ |
| Контроль | e-mail; Среда электронного обучения НГТУ; Чат |
| Размещение учебных материалов | Среда электронного обучения НГТУ; ЭБС |

## 4. Правила аттестации обучающихся по дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставлять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 4.1.

Таблица 4.1

| Оцениваемые виды деятельности обучающихся | Мин. балл | Максимальный балл |
|---|---|---|
| **Семестр: 7** | | |
| *Лекция:* | 5 | 10 |
| Контролирующие материалы приводятся в "Филимонова Н. И. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур: сканирующая зондовая микроскопия. Ч. 1 : учебное пособие / Н. И. Филимонова, Б. Б. Кольцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2013.- 131, [2] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000178062" | | |
| *Лабораторная:* | 20 | 40 |
| Контролирующие материалы приводятся в "Филимонова Н. И. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур: сканирующая зондовая микроскопия. Ч. 1 : учебное пособие / Н. И. Филимонова, Б. Б. Кольцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2013.- 131, [2] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000178062" | | |
| *Контрольные работы:* | 5 | 10 |
| Контролирующие материалы приводятся в "Никулина А. А. Физические методы исследования материалов [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. А. Никулина ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2019].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000241599.- Загл. с экрана." | | |
| *РГЗ/Реферат:* | 10 | 20 |
| Контролирующие материалы приводятся в "Филимонова Н. И. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур: сканирующая зондовая микроскопия. Ч. 1 : учебное пособие / Н. И. Филимонова, Б. Б. Кольцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2013.- 131, [2] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000178062" | | |
| *Зачет:* | 10 | 20 |
| Контролирующие материалы приводятся в "Филимонова Н. И. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур: сканирующая зондовая микроскопия. Ч. 1 : учебное пособие / Н. И. Филимонова, Б. Б. Кольцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2013.- 131, [2] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000178062" | | |

В таблице 4.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 4.2

| Коды компетенций | Индикаторы достижения компетенций | Формы контроля | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Защита Л/Р | Контр. раб. | Защита РГЗ/Р | Зачет |
| **ПК-12.В/ПТ** | ПК-12.В/ПТ 1. Знает методическую базу измерений параметров технологических процессов и тестирования продукта производства | + | | + | + |
| | ПК-12.В/ПТ 2. Умеет осуществлять поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры | + | | + | + |
| | ПК-12.В/ПТ 3. Владеет навыками метрологического сопровождения технологических процессов | + | + | | + |
| **ПК-6/НА** | ПК-6/НА 1. Умеет проводить исследования характеристик электронных приборов | + | + | + | + |
| | ПК-6/НА 2. Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков | + | + | + | + |

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

## 5. Литература

*Основная литература*

**1.** Величко А. А. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур. Ч. 2 : учебное пособие / А. А. Величко, Н. И. Филимонова ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2014.- 225, [1] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208144

*Дополнительная литература*

**1.** Величко А. А. Определение толщины эпитаксиальных слоев и ширины запрещенной зоны полупроводников методом ИК Фурье-спектрометрии : учебно-методическое пособие / А. А. Величко, Б. Б. Кольцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2012.- 27, [1] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171091

**2.** Основы электрофизических методов обработки : [учебное пособие / Х. М. Рахимянов и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2020.- 177, [1] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000242465

**3.** Батаев В. А. Материалы с нанокристаллической структурой : учебное пособие / В. А. Батаев, З. Б. Батаева ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2007.- 262, [1] с. : ил., схемы.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000086242.- Инновационная образовательная программа НГТУ 'Высокие технологии'.

**4.** Илюшин В. А. Наноматериалы : [учебное пособие] / В. А. Илюшин ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2019.- 112, [1] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000240967

**5.** Илюшин В. А. Процессы нанотехнологии : учебное пособие / В. А. Илюшин, А. А. Величко ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2004.- 107 с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000029072

*Интернет-ресурсы*

**1.** Диагностика наноструктур. – Текст : электронный // Студопедия : сайт. – URL: https://studopedia.ru/21_104007_diagnostika-nanostruktur.html (дата обращения: 21.03.2022).

**2.** Чистоедова, И. А. Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем : учебно-методическое пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе / И. А. Чистоедова, С. В. Смирнов. – Томск : ТУСУР, 2018. – 53 с. – Текст : электронный // ТУСУР : научно-образовательный портал. – URL: https://edu.tusur.ru/publications/7451 (дата обращения: 21.03.2022).

## 6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

*6.1 Методическое обеспечение*

**1.** Никулина А. А. Физические методы исследования материалов [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. А. Никулина ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2019].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000241599.- Загл. с экрана.

**2.** Филимонова Н. И. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур: сканирующая зондовая микроскопия. Ч. 1 : учебное пособие / Н. И. Филимонова, Б. Б. Кольцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2013.- 131, [2] с. : ил..- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000178062

**3.** Васильева М. Р. Визуальная социология [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [предназначен для студентов-бакалавров] / М. Р. Васильева ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2019].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000199302.- Загл. с экрана.

**4.** Бельская Ю. В. Основы научных исследований [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. В. Бельская ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2017].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234618.- Загл. с экрана.

*6.2 Специализированное программное обеспечение*

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется

*6.3 Информационные технологии*

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине применяются элементы дистанционных образовательных технологий, а также синхронного и асинхронного взаимодействия в электронной информационно-образовательной среды НГТУ.

## 7. Материально-техническое обеспечение

Лабораторный стенд

| № | Наименование | Назначение |
|---|---|---|
| 1 | Аппаратно- программный комплекс Nicolet 6700 | исследование оптических свойств полупроводниковых материалов |