

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Физико-технический факультет
Кафедра теоретической физики и нанотехнологий

УТВЕРЖДАЮ
проректор

_____ П. А. Машаров
«17» апреля 2025 г.
МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Укрупненная группа направлений подготовки	27.00.00 Управление в технических системах
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	27.03.01 Стандартизация и метрология
Направленность (профиль) образовательной программы	Стандартизация и метрология
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная, заочная

Рабочая программа может быть адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Рабочая программа дисциплины **«Материаловедение и технологии конструкционных материалов»** для обучающихся по направлению подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология (Профиль: Стандартизация и метрология), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 07 августа 2020 г. № 901 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2025 года.

Разработчик:

профессор кафедры теоретической физики и нанотехнологий,
д-р. физ.-мат. наук, проф.

А. Г. Милославский

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий.

Протокол от 10.04.2025 г. № 18.

Заведующий кафедрой

А. Г. Петренко

СОГЛАСОВАНО:

И.о. декана физико-технического факультета
16.04.2025 г.

С. А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета.

Протокол от 16.04.2025 г. № 4

Председатель

В. Н. Котенко

Руководитель основной образовательной программы, канд. физ.-мат. наук, доцент.
10.04.2025 г.

П. В. Асланов

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

дисциплины программы бакалавриата: Высшая математика, Физика, Химия.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Технологии основных производств, Методы и средства измерений и контроля, Методы и средства технического регулирования, Производственная практика: технологическая (производственно-технологическая) практика.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы (далее – ОП)	27.03.01 Стандартизация и метрология (Профиль: Стандартизация и метрология)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.М5.5 Материаловедение и технологии конструкционных материалов
Часть образовательной программы	Базовая часть
Количество зачетных единиц / всего часов	3 / 108

В случае предъявления от обучающегося или его родителя (законного представителя) заявления на обучение по адаптированной образовательной программе высшего образования, подкрепленного заключением психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК) или медико-социальной экспертизы (МСЭ) с рекомендациями создания индивидуальной программы реабилитации и абилитации (ИПРА), данная рабочая программа может быть адаптирована с учетом индивидуальных особенностей здоровья обучающегося.

2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контроль	всего	
Очная	3	5	30	-	15	63	108	зачет
Заочная	3	5	6	—	3	99	108	зачет

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Предоставление системы знаний о причинах и закономерностях формирования структуры и свойств материалов, характеристик их свойств, а также основных принципов технологии материалов.

**4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ
ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ
И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ**

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ОПК-1. Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики	ОПК-1.7. Анализирует структуру и свойства материалов с целью прогнозирования мероприятий по обеспечению безопасности человека	ОПК-1.7.1. Знает строение, структуру и свойства материалов. ОПК-1.7.2. Умеет изучать свойства сырья и материалов, используемых в производстве товаров. ОПК-1.7.3. Владеет навыками анализа строения, структуры и свойств материалов.
ПК-4. Способность проводить анализ качества сырья и материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий, испытания новых и модернизированных образцов продукции.	ПК-4.1. Рассматривает результаты испытаний конкретных изделий с целью их последующей модернизации	ПК-4.1.1. Знает строение, структуру и свойства материалов. ПК-4.1.2. Умеет исследовать строение и структуру материалов. ПК-4.1.3. Владеет навыками прогнозирования зависимости между строением, структурой и свойствами материалов

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1. Материаловедение и технология конструкционных материалов	
Вещество	Свойства вещества. Химическая классификация. Физическая классификация. Смежные понятия. Аморфные твердые вещества.
Твердое тело	Основные понятия. Классификация твердых тел. Кристалл
Кристаллография	Становление физики как науки. Кристаллография. Сингонии и решетки. Симметрия в кристаллографии
Монокристаллы	Методы выращивания. Полиморфизм. Физические свойства. Методы исследования

Металлы и металлургия	Металлы в Периодической системе элементов. Мировая история металлургии. Добывающая металлургия. Обогащение руды
Черная металлургия	Разновидности металлургии. Доменная печь. Мартеновская печь. Чугунное литье
Стали и их производство	Мир сталей. Диаграмма состояния Fe-C. Чугуны. Электросталь. Металлургические предприятия.
Термическая обработка сталей	Виды термической обработки. Булат и дамаск. Химико-термическая обработка
Легированные стали	Классификация. Зависимость свойств от состава и структуры. Инструментальные стали. Стали и сплавы с особыми свойствами
Металлические конструкционные материалы	Классификация конструкционных материалов. Легированные стали. Сплавы. Композиционные материалы
Неметаллические конструкционные материалы	Классификация. Пластмассы. Керамика. Древесно-полимерные композиты. Стекла. Резины
Цветная металлургия	Цветные металлы. Металлургия цветных металлов. Цветная металлургия Украины. Производство алюминия. Производство меди
Цветная металлургия-2	Цинковая промышленность. Производство свинца. Промышленность титана
Нанотрубки	Фуллерены и углеродные нанотрубки. Получение нанотрубок. Применение
Материалы будущего	Самовосстанавливающиеся материалы. Термоэлектрические материалы будущего. Перовскиты. Аэрогели. Метаматериалы. Станен. Сверхтвердые материалы

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 3, семестр – 5

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1. Материаловедение и технология конструкционных материалов	30	–	15	63	108
Вещество	2		1	4	7
Твердое тело	2		1	4	7
Кристаллография	2		1	4	7
Монокристаллы	2		1	4	7
Металлы и металлургия	2		1	4	7
Черная металлургия	2		1	4	7
Стали и их производство	2		1	4	7
Термическая обработка сталей	2		1	4	7
Легированные стали	2		1	4	7
Металлические конструкционные материалы	2		1	4	7

Неметаллические конструкционные материалы	2		1	4	7
Цветная металлургия	2		1	4	7
Цветная металлургия-2	2		1	5	8
Нанотрубки	2		1	5	8
Материалы будущего	2		1	5	8
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	30	–	15	63	108

6.2. Форма обучения – заочная, курс – 3, семестр – 5

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1. Материаловедение и технология конструкционных материалов	6		3	99	108
Вещество	0,5		0,2	6	6,7
Твердое тело	0,5		0,2	6	6,7
Кристаллография	0,5		0,2	6	6,7
Монокристаллы	0,5		0,2	6	6,7
Металлы и металлургия	0,5		0,2	6	6,7
Черная металлургия	0,5		0,2	6	6,7
Стали и их производство	0,5		0,2	6	6,7
Термическая обработка сталей	0,5		0,2	6	6,7
Легированные стали	0,5		0,2	6	6,7
Металлические конструкционные материалы	0,5		0,2	6	6,7
Неметаллические конструкционные материалы	0,2		0,2	6	6,4
Цветная металлургия	0,2		0,2	6	6,4
Цветная металлургия-2	0,2		0,2	6	6,4
Нанотрубки	0,2		0,2	6	6,4
Материалы будущего	0,2		0,2	6	6,4
ИТОГО ЗА КУРС	6		3	99	108

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1

1. Каковы характерные свойства металлов и чем они определяются?
2. Что такое элементарная ячейка?
3. Что такое полиморфизм?
4. Что такое параметр кристаллической решетки, плотность упаковки и координационное число?
5. Виды дислокаций и их строение?
6. Каковы параметры процесса кристаллизации?
7. Что такое переохлаждение?
8. Какова связь между величиной зерна, скоростью зарождения, скоростью роста кристаллов и степенью переохлаждения?

9. В чем сущность модифицирования?
10. Что представляют собой твердые растворы замещения и внедрения?
11. Объясните принцип построения кривых нагрева и охлаждения, если число степеней свободы равно двум и имеется одна фаза?
12. Как будет выглядеть участок кривой охлаждения, если число степеней свободы, равное единице, в случае выпадения твердой фазы из жидкой? То же, для числа степеней свободы, равного нулю.
13. Каким образом определяются состав фаз и их количественное соотношение?
14. В чем различие между эвтектоидным и эвтектическим превращениями?
15. В чем различие между упругой и пластической деформациями?
16. Как изменяется строение металла в процессе пластической деформирования?
17. Как влияют дислокации на прочность металла?
18. Почему наблюдается огромное различие теоретической и практической
19. В чем сущность явления наклепа, и какое имеет практическое использование?
20. Какие характеристики механических свойств определяются при испытании на растяжении?
21. Что такое порог хладноломкости?
22. От чего зависит и как определяется конструкционная прочность?
23. Как изменяются свойства деформированного металла при нагреве?
24. Как влияют состав сплава и степень пластической деформации на температуру рекристаллизации?
25. Что такое критическая степень деформации?
26. В чем различие между холодной и горячей пластической деформациями?
27. Каково назначение рекристаллизационного отжига и как он осуществляется
28. В чем различие между перлитом, сорбитом и трооститом?
29. Что такое критическая скорость закалки?
30. В чем сущность превращений, происходящих при отпуске?
31. Чем отличаются структуры троостита, сорбита и перлита отпуска от одноименных структур, образующихся при распаде переохлажденного аустенита?
32. Как влияют легирующие элементы на перлитное превращение?
33. Как влияют легирующие элементы на мартенситное превращение?
34. Как влияют легирующие элементы на превращения при отпуске?
35. В чем заключаются физические основы химико-термической обработки?
36. Назначение цементации и режим термической обработки после нее.
37. Каковы свойства цементированных и азотированных изделий?
38. В чем различие между диффузионным и гальваническим хромированием?
39. Сущность и назначение процесса борирования?
40. Как влияет поверхностное упрочнение на эксплуатационные характеристики

41. Как проводятся испытания на твёрдость?
42. Как проводят испытания на растяжение и сжатие?
43. Как проводят испытания на изгиб?
44. Как проводят испытания на кручение?
45. Как проводят испытания на ударный изгиб?
46. Как проводят испытания на циклическую прочность?
47. Как проводят испытания на длительную прочность?
48. Как проводят испытания на трещиностойкость?
49. Как проводят испытания на трещиностойкость при динамическом
50. Как проводят испытания на трещиностойкость при циклическом нагружении

Тестовые задания:

1. **Химические элементы, обладающие положительным температурным коэффициентом электросопротивления, называются**

1) металлами 2) неметаллами 3) окислителями

2. **Наиболее плотноупакованная кристаллическая решетка металла**

1) оцк 2) гцк 3) гпу

3. **Количество атомов, приходящихся на одну элементарную ячейку в оцк решетке**

1) 2 2) 4 3) 6

4. **Количество атомов, приходящихся на одну элементарную ячейку в гцк решетке**

1) 2 2) 4 3) 6

5. **Явление зависимости свойств кристалла от направления, возникающее в результате упорядоченного расположения атомов (ионов) в пространстве**

1) эмиссия 2) полиморфизм 3) анизотропия

6. **Неравномерность свойств кристалла в различных кристаллографических направлениях называют**

1) ликвацией 2) анизотропией 3) текстурой

7. **Линейный дефект строения кристаллической решетки**

1) дислокация 2) вакансия 3) граница зерна

8. **Поверхностный дефект строения кристаллической решетки**

1) дислокация 2) вакансия 3) граница зерна

9. **При повышении температуры концентрация вакансий**

1) возрастает 2) убывает 3) остается постоянной

10. **Суммарная длина всех линий дислокаций в единице объема называется**

1) плотностью дислокаций 2) вектором бюргерса 3) искажением решетки

11. **Свойство металлических кристаллов существенно зависящее от плотности дислокаций**

1) электросопротивление 2) прочность 3) анизотропия

12. **Процесс устранения внутренних напряжений при нагреве**

1) рекристаллизация 2) возврат 3) полигонизация

13. **Изменяется ли относительное удлинение поликристаллического металла с увеличением степени его холодной деформации**

1) остается постоянной 2) увеличивается 3) уменьшается

14. **Процесс образования и роста новых равноосных зерен из деформированных кристаллов**

1) рекристаллизация 2) возврат 3) полигонизация 3) перегрев

15. Деформацию, которую проводят при температуре, выше температуры рекристаллизации называют

- 1) остаточной 2) холодной 3) горячей

16. Упрочнение металла в процессе холодной пластической деформации объясняется

1) уменьшением числа дислокаций 2) увеличением число дислокаций 3) фазовыми превращениями

17. Возникновение трещин при разрушении происходит при развитии процесса

- 1) скопления вакансий 2) скопления дислокаций 3) полигонизации

18. Процесс образования и роста новых равноосных зерен из деформированных

- 1) возврат 2) рекристаллизация 3) полигонизация

19. Излом, возникающий при длительном воздействии циклических нагрузок

- 1) усталостный 2) хрупкий 3) вязкий

20. Количество фаз находящихся в равновесии при первичной кристаллизации двухкомпонентного сплава неэвтектического состава

- 1) одна 2) две 3) три

21. Сплав, обладающий большей жидкотекучестью

- 1) доэвтектический 2) твердый раствор 3) эвтектический

22. Содержание углерода (по массе в процентах) в сплаве эвтектоидного состава

- 1) 0,8 2) 2,14 3) 4,3

23. Чугун, в котором весь углерод находится в свободном состоянии, и графитные включения имеют пластинчатую форму

- 1) серый перлитный 2) серый ферритный 3) ковкий чугун

24. Укажите марку качественной, конструкционной стали

- 1) сталь 30 2) ст 3 3) у7а

25. Марка конструкционной стали обыкновенного качества

- 1) сталь 10 2) ст 1 3) у10

26. Марка цементуемой конструкционной стали

- 1) у8а 2) сталь 60 3) сталь 15

27. Форма графита в чугуне марки кч30-6

- 1) шаровидная 2) пластинчатая 3) хлопьевидная

28. Чугуны, получаемые модифицированием

1) ковкие и серые 2) высокопрочные и вермикулярные 3) белые и графитизированные

29. Сталь имеющая большую прокаливаемость

- 1) 40х 2) 40 3) 45

30. Структура после правильной закалки стали 35

1) мартенсит 2) мартенсит, аустенит остаточный 3) мартенсит, аустенит остаточный, цементит вторичный

31. Термическая обработка цементуемых изделий

- 1) отжиг 2) неполная закалка, низкий отпуск 3) полная закалка

32. Мартенсит отпуска образуется

- 1) 150 – 200 °с 2) 350 – 450 °с 3) 500 – 600 °с

33. Самая твердая феррито-цементитная смесь

- 1) перлит 2) троостит 3) сорбит

34. Интенсивность процесса диффузионного насыщения при химико-термической обработке зависит

- 1) теплоты активации 2) температуры хто 3) скорости нагрева

35. Термическая обработка стали приводящая к образованию равновесной структуры

1) закалка с высоким отпуском 2) нормализация 3) полный отжиг

36. Бысторежущие стали легируют ... основным химическим элементом

1) cr 2) w 3) cu

37. Значение буквы “а” в марке стали 38хн3а

1) содержание алюминия 2) содержание азота 3) высококачественная

38. Инструментальная сталь для изготовления крупного инструмента

1) у13 2) 13х 3) хвсг

39. Самый теплостойкий материал

1) т15к6 2) 11хф 3) р18

40. Марка коррозионностойкой стали

1) 12х18н9т 2) 20х 3) 50с2

41. Марка особовысококачественной стали

1) 12х18н9т 2) 30хгса-ш 3) 50с2

42. Название сплавов меди с цинком

1) бронзы 2) латуни 3) мельхиоры

43. Термическая обработка, которой подвергают сплав д16

1) старение 2) закалка с последующим старением 3) отжиг

44. Антифрикционный материал с мягкой основой и твердыми включениями

1) б88 2) брс30 3) ачс1

45. В пластмассы для повышения механических свойств добавляют

1) стабилизаторы 2) наполнители 3) пластификаторы

46. Назовите материал с максимальной удельной прочностью

1) сплавы титана 2) сплавы алюминия 3) терморектопласты со стеклянными волокнами

47. Прочность клея больше в 10-100 раз в случае

1) при работе на сжатие 2) при работе на растяжение 3) схема нагружения значения не имеет

48. Материал активно подвергается световому, озонному, тепловому, радиационному, вакуумному старению

1) керамика 2) резина 3) композиционные материалы

7.2. Темы письменных работ (типы задач)

- Устройство и принцип действия оптического металлографического микроскопа
- Изучение микроструктуры углеродистых сталей
- Влияние углерода на микроструктуру сталей
- Влияние легирования на микроструктуру сталей
- Количественная металлография
- Определение механических свойств сталей
- Изучение микроструктуры цветных металлов (медь, сурьма, никель)
- Изучение микроструктуры и механических свойств титана и его сплавов
- Изучение сплавов цветных металлов

Контрольная работа по проверке теоретических знаний — по всем темам, с использованием указанных выше контрольных вопросов.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже.

Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

Самостоятельная работа оценивается на основе предоставленных на проверку выполненных домашних, индивидуальных заданий с учетом своевременности их предоставления и соответствия требованиям к их выполнению.

Количество баллов за контрольную работу вычисляется как сумма баллов за все входящие в её состав задания. Каждое задание оценивается исходя из максимально возможного количества баллов с учетом правильности выполнения задания, полноты приводимых обоснований.

По результатам работы в семестре обучающийся, набравший не менее 60 баллов, имеет право получить оценку. Те, кто претендует на более высокий балл, проходят промежуточную аттестацию. Максимальное количество баллов на промежуточной аттестации – 100. Общее количество баллов за семестр вычисляется как максимальная из полученных за семестр и на промежуточной аттестации и выставляется согласно принятому порядку.

8.1. Семестр 5, форма обучения - очная

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа в аудитории	20
	Самостоятельная работа	10
	Контрольные работы по практике	10
	Контрольная работа по теоретическому материалу	20
ИТОГО		60
Промежуточная аттестация (зачет)		40
Общий итог за семестр		100

8.2. Семестр 5, форма обучения - заочная

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа в аудитории	20
	Самостоятельная работа	10
	Контрольные работы по практике	10
	Контрольная работа по теоретическому материалу	20
ИТОГО		60
Промежуточная аттестация (зачет)		40
Общий итог за семестр		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено

80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в 4 учебном корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Театральный, 13). Для проведения занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете кафедры теоретической физики и нанотехнологий(ауд.256).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

10. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

10.1. Основная литература

1. Милославский, А. Г. Конспект лекций по курсу "Материаловедение, технология конструкционных материалов" / А. Г. Милославский ; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет". - Донецк : ДонНУ, 2016. - 340 с.

2. Материаловедение и технология конструкционных материалов : Учеб. для студентов втузов / Ю. П. Солнцев, В. А. Веселов, В. П. Демянцевич и др. ; Под ред. Ю. П. Солнцева. - 2-е изд. - М. : МИСИС, 1996. - 576 с.

3. Буравлев, Ю. М. Промышленная экология и технология основных производств / Ю. М. Буравлев ; Донец. нац. ун-т. - Донецк : ДонНУ, 2006. - 503 с.

10.2. Дополнительная литература

4. Буравлев, Ю. М. Основы инженерии поверхности металлических деталей и конструкций : [учебное пособие] / Ю. М. Буравлев, Н. П. Иваницын, А. Г. Милославский ; ГОУ ВПО Донецкий национальный университет. - Донецк : ГОУ ВПО "ДонНУ", 2017. - 251 с.

5. Денисевич, С. А. Материаловедение и научно-технический прогресс / С. А. Денисевич. - К. : Наук. думка, 1991. - 158,[2] с.

6. Головин, Ю. И. Введение в нанотехнику / Ю. И. Головин. - М. : Машиностроение, 2007. - 493 с.

11. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская

государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.

2. **eLIBRARY.RU**: научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

3. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

4. Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: издания Сетевой электронной библиотеки, для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

5. **ЭБС Юрайт**: электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://urait.ru/library/svobodnyy-dostup/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: издания свободного доступа, для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ**: сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.

8. **Электронный архив ДонГУ**: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный.

12. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).