

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

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

Физико-технического факультет
Кафедра общей физики и дидактики физики

УТВЕРЖДАЮ
проректор

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ, ОПТИКА

Укрупненная группа направлений подготовки	03.00.00 Физика и астрономия
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	03.03.02 Физика
Направленность (профиль) образовательной программы	Техническая физика беспилотных систем
Специализация	
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная

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

Донецк 2025

Рабочая программа дисциплины **«Колебания и волны, оптика»** для обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика (Профиль: Техническая физика беспилотных систем), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020 № 891 (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:

доцент кафедры общей физики и
дидактики физики,
канд. физ.-мат. наук

А. В. Безус

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры общей физики и дидактики
физики

Протокол от 31.03.2025 г. № 10.

Заведующий кафедрой

А. В. Безус

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,
доц., канд. физ.-мат. наук, ст. научн. сотр.
03.04.2025 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:

базовая подготовка по математике и физике в объеме программы средней школы;

дисциплины программы бакалавриата:

Математический анализ;

Аналитическая геометрия;

Линейная алгебра;

Дифференциальные уравнения. Интегральные уравнения и вариационное исчисление;

Теория вероятности и математическая статистика;

Теория функций комплексного переменного;

Векторный и тензорный анализ;

Механика;

Молекулярная физика;

Электричество и магнетизм;

Общий физический практикум;

Информационные технологии и программирование.

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

Атомная и ядерная физика;

Общий физический практикум;

Электродинамика;

Квантовая механика;

Термодинамика и статистическая физика;

Методы и средства измерений;

Введение в искусственный интеллект;

Основы теории автоматического управления;

Системы связи беспилотных аппаратов;

Системы стабилизации и управление полетом БПЛА;

Технология компьютерного зрения в технических системах;

Основы робототехники;

Цифровые системы управления и обработки информации;

Автоматизированные системы управления технологическими процессами;

Системы наблюдения БАС;

Измерительные преобразования и преобразователи.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	03.03.02 Физика (Профиль: Техническая физика беспилотных систем)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.М5 Колебания и волны, оптика.
Часть образовательной программы	Базовая часть
Количество зачетных единиц / всего часов	5 / 180

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 периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контактная	всего	
Очная	2	4	30	–	30	120	180	экзамен

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Ознакомление студентов с фундаментальными физическими законами и понятиями, теориями и основами геометрической, волновой и квантовой оптики. Формирование навыков самостоятельной учебной деятельности.

Сформулировать основные принципы и законы оптики, определить их математическое выражение; ознакомить с основными физическими явлениями, методами их наблюдения и экспериментального исследования, с главными методами точного измерения физических величин, с методами обработки и анализа результатов эксперимента, с основными физическими приборами, и методами обработки результатов эксперимента; сформировать навыки экспериментальной работы; ознакомить с основными принципами физического эксперимента, научить правильно выражать физические идеи, количественно формулировать и решать задачи, оценивать порядки физических величин; дать ясное представление о границах применимости физических моделей и гипотез; развить любознательность и интерес к изучению оптики; дать понимание важнейших этапов истории развития оптики, ее философских и методологических проблем.

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

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
-------------	------------	---------------------

ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.	ОПК-1.1. Анализирует проблемы, процессы и явления в области волновой оптики, использует на практике базовые знания и методы физических исследований, а также умеет применять методы для решения физических задач в профессиональной области.	ОПК-1.1.1. Имеет опыт проведения наблюдений и измерений, составления их описаний и формулировки выводов. ОПК-1.1.2. Умеет применять знания по математике для решения задач физики. Знает структуру задач разного вида и разные подходы к решению задач, а также умеет решать физические задачи и использовать полученные решения для углубленного понимания законов физики.
	ОПК-1.2. Проводит научные исследования физических объектов, а также проводит расчеты с полученными данными с использованием нормативных справочников.	ОПК-1.2.1. Имеет представления о методиках и технологиях физических исследований с помощью современного оборудования, а также знает теорию и методы физических исследований в профильной области физики. ОПК-1.2.2. Знает методы организации и планирования физических исследований и способен формировать исследования на основе современных электронных средств, проводить наблюдения, измерения и расчеты.

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1.	
1. Электромагнитная природа света.	1.1 Разделы оптики. Электромагнитные волны. 1.2 Структура электромагнитных волн. 1.3 Энергия электромагнитной волны. 1.4 Поляризация электромагнитных волн. 1.5 Фазовая скорость в диэлектриках. 1.6 Тепловое излучение. Характеристики теплового излучения. 1.7 Формула Планка. Кванты света. Закон Стефана-Больцмана.
2. Дисперсия света. Взаимодействие света с изотропной средой.	2.1. Фазовая и групповая скорости. Формула Рэлея. 2.2. Классическая теория дисперсии. 2.3. Поглощение света. Спектры. Окраска тел. 2.4. Фазовая скорость света в веществе. 2.5. Распространение электромагнитных волн в изотропной среде. 2.6. Формулы Френеля. Интенсивность и поляризация при отражении и преломлении.

	2.7. Полное внутреннее отражение.
3. Кристаллооптика.	<p>3.1. Одноосные и двухосные кристаллы. Описание основных экспериментов. Двойное лучепреломление.</p> <p>3.2. Правило Малюса.</p> <p>3.3. Плоская электромагнитная волна в кристалле. Фазовая скорость электромагнитной волны в кристалле.</p> <p>3.4. Двулучепреломление в кристалле. Волновая поверхность обыкновенного и необыкновенного лучей в одноосном кристалле.</p> <p>3.5. Поляризационные призмы.</p> <p>3.6. Интерференция поляризованных лучей.</p> <p>3.7. Вращение плоскости поляризации естественно активными веществами. Вращение плоскости поляризации магнитным полем.</p>
Раздел 2.	
4. Интерференция света.	<p>4.1. Интерференция монохроматических колебаний и волн.</p> <p>4.2. Временная когерентность.</p> <p>4.3. Пространственная когерентность.</p> <p>4.4. Интерференционные схемы по методу деления волнового фронта.</p> <p>4.5. Интерференция на тонких пластинах.</p>
5. Дифракция света.	<p>5.1. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля.</p> <p>5.2. Дифракция Френеля.</p> <p>5.3. Дифракция Фраунгофера.</p> <p>5.4. Дифракционная решётка. Наклонное падение лучей на дифракционную решётку.</p> <p>5.5. Принципы голографического изображения.</p>
6. Оптические квантовые генераторы.	<p>6.1. Спонтанное и вынужденное излучение.</p> <p>6.2. Воздействие светового потока на заселённость уровней. Инверсная заселённость.</p> <p>6.3. Трёхуровневая система.</p> <p>6.4. Устройство и типы лазеров. Основные свойства лазерного излучения.</p> <p>6.5. Нелинейная оптика.</p>

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 2, семестр – 4

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+ конт	Всего
Раздел 1.					

1. Электромагнитная природа света.	5		5	18	28
2. Дисперсия света. Взаимодействие света с изотропной средой.	5		5	20	30
3. Кристаллооптика.	5		5	20	30
Раздел 2.					
4. Интерференция света.	5		5	20	30
5. Дифракция света.	5		5	20	30
6. Оптические квантовые генераторы.	5		5	20	30
Экзамен				2	2
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	30		30	120	180

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

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1

1. Классическая теория дисперсии. Уравнение колебаний электрона под действием электромагнитной волны. Амплитуда и фаза колебаний. Анализ решения.
2. Теория дисперсии. Зависимость показателя преломления от частоты вдали от линии поглощения.
3. Теория дисперсии. Комплексный показатель преломления, его зависимость от частоты. Объяснение аномальной дисперсии.
4. Поглощение света. Коэффициент поглощения. Закон Бугера. Излучение вторичных волн. Интенсивность линии поглощения. Ширина линии. Время излучения.
5. Окраска тел. Объяснение окраски тел на пропускание и отражение.
6. Объяснение отличия фазовой скорости в веществе от скорости света в вакууме. Случай фазовой скорости больше и меньше скорости света.
7. Фазовая и групповая скорости. Формула Рэлея.
8. Тепловое излучение. Характеристики теплового излучения.
9. Законы Кирхгофа.
10. Закон Вина. Следствия из закона Вина.
11. Закон Рэлея-Джинса. "Ультрафиолетовая катастрофа".
12. Формула Планка. Кванты света. Вывод формул Вина и Рэлея-Джинса из формулы Планка.
13. Закон Стефана-Больцмана.
14. Фотоэффект. Законы Столетова. Уравнение Эйнштейна.
15. Опыт Боте. Дуализм света.
16. Поляризация электромагнитных волн. Виды поляризации. Разложение поляризованных волн на линейно поляризованные и поляризованные по кругу.
17. Законы отражения и преломления на границе раздела двух диэлектриков. Вывод.
18. Вывод формул Френеля для коэффициентов отражения ($n > 1$). Анализ зависимости от угла падения.
19. Вывод формул Френеля для коэффициентов пропускания ($n > 1$). Анализ зависимости от угла падения.
20. Интенсивность света при отражении и преломлении. Зависимость от угла падения.
21. Поляризация света при отражении и преломлении от оптически более плотной среды. Зависимость от угла падения. Явление Брюстера.
22. Полное внутреннее отражение. Анализ интенсивности преломленной волны.
23. Полное внутреннее отражение. Анализ интенсивности отраженной волны. Миражи.
24. Полное внутреннее отражение. Анализ поляризации отраженной волны.

25. Полное внутреннее отражение. Параллелепипед Френеля. Расчет углов параллелепипеда, характер поляризации падающего и прошедшего света.
26. Диэлектрические свойства кристаллов.
27. Явление двулучепреломления. Экспериментальные данные. Характеристики лучей.
28. Плоская электромагнитная волна в кристалле и ее характеристики, направление распространения групповой и фазовой скоростей.
29. Закон Малюса. Вывод. Анализ.
30. Призма Фуко.
31. Призма Николя.
32. Интерференция поляризованных лучей. Пластина с толщиной кратной длине волны. Интенсивность света за пластиной и его поляризация.
33. Интерференция поляризованных лучей. Пластина с толщиной кратной половине длины волны. Интенсивность света за пластиной и его поляризация.
34. Интерференция поляризованных лучей. Пластина с толщиной кратной четверти длины волны. Интенсивность света за пластиной и его поляризация.
35. Оптическая система из двух параллельных николей и кварцевой пластинки между ними. Анализ интенсивности света за вторым николем.
36. Пластина чувствительного оттенка. Анализ окраски при скрещенных и параллельных николях.
37. Оптическая система из двух скрещенных николей и кварцевой пластинки между ними. Анализ интенсивности света за вторым николем.
38. Вращение плоскости поляризации в магнитном поле. Опытные данные. Объяснение явления.

Раздел 2

39. Интерференция двух монохроматических колебаний. Общий случай. Случай двух колебаний, поляризованных в перпендикулярных направлениях.
40. Интерференция двух монохроматических волн. Разность хода. Ширина линии интерференции.
41. Временная когерентность.
42. Пространственная когерентность.
43. Звездный интерферометр как пример использования пространственной когерентности лучей.
44. Оптические схемы, построенные по методу деления волнового фронта. Причина необходимости использования таких схем. Схема Юнга. Характеристики. Учет пространственной когерентности в схеме.
45. Схема с использованием бипризмы Френеля. Характеристики. Учет временной когерентности в схеме.
46. Схема с использованием бисеркала Френеля. Характеристики. Анализ.
47. Линии равного наклона. Теоретическое рассмотрение. Анализ условий наблюдения интерференции.
48. Линии равной толщины. Анализ условий наблюдения интерференции.
49. Кольца Ньютона. Вывод формулы радиуса колец. Результаты наблюдения в монохроматическом и белом свете.
50. Принцип Гюйгенса-Френеля.
51. Зоны Френеля.
52. Дифракция Френеля. Дифракция на круглом отверстии.
53. Дифракция Френеля. Дифракция на круглом экране.
54. Дифракция Френеля. Дифракция на остром прямолинейном крае.
55. Дифракция Фраунгофера.
56. Дифракционная решетка.
57. Наклонное падение лучей на дифракционную решетку.
58. Принципы голографического изображения. Голограмма плоского объекта.

59. Принципы голографического изображения. Голограмма точечного объекта.
60. Спонтанное и вынужденное излучение.
61. Воздействие светового потока на заселённость уровней. Двухуровневая система.
62. Инверсная заселённость. Трёхуровневая система.
63. Устройство и типы лазеров. Твердотельный лазер.
64. Устройство и типы лазеров. Газовый лазер.
65. Основные свойства лазерного излучения.
66. Нелинейная оптика.

7.2. Темы докладов (рефератов)

Не предусмотрены программой дисциплины

7.3. Темы письменных работ (типы задач)

Контрольные работы по практике темам:

- Геометрическая оптика.
- Тепловое излучение.
- Групповая и фазовая скорость.
- Дисперсия света.
- Поглощение света.
- Закон Малюса.
- Формулы Френеля.
- Полное внутреннее отражение.
- Интерференция поляризованного света.
- Интерференционные схемы. Интерференция в тонких пленках.
- Дифракция Френеля, Фраунгофера.
- Дифракционные решетки. Лазеры.

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

7.4. Образец содержания экзаменационного билета (при наличии экзамена по дисциплине)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Классическая теория дисперсии. Уравнение колебаний электрона под действием электромагнитной волны. Амплитуда и фаза колебаний. Анализ решения.
2. Диэлектрические свойства кристаллов.
3. Фокусное расстояние двояковыпуклой линзы $F=0,05$ м. Точечный источник света находится на главной оптической оси на расстоянии $d=0,06$ м от линзы. Линза разрезается плоскостью вдоль оптической оси на две равные части, которые раздвигаются на расстояние $S=0,01$ м симметрично относительно оптической оси. Найти расстояние между двумя изображениями точки.

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, содержание билета может отличаться от приведенного.

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 4

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1, 2	Организационно-учебная работа в аудитории	5
	Самостоятельная работа	5
	Контрольные работы по практике	20
	Контрольная работа по теоретическому материалу	30
ИТОГО		60
Экзамен		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-м учебном корпусе (г. Донецк, пр. Театральный, д. 13). Для проведения лекционных 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 выполнения лабораторных работ требуется лаборатории со специализированным оборудованием, которое отвечает современным требованиям цифрового образования: имеет в наличии большое количество различных типов датчиков, которые подключаются к ноутбуку (планшету) и позволяют осуществлять сбор экспериментальных данных, графический анализ данных, решение математических уравнений, обработку экспериментальных данных.

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 общей физики и дидактики физики (ауд. 220).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются 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. Савельев, И. В. Курс общей физики: В 5 кн. Кн.4: Волны; Оптика / И. В. Савельев. - М. : Астрель : АСТ, 2002. - 256 с. – Текст: непосредственный.
2. Сивухин, Д. В. Общий курс физики: Учеб. пособие для физ. специальностей вузов: В 5т.: Д. В. Сивухин. Т.4: Оптика. - Изд. 3-е. - М. : Физматлит : Изд-во МФТИ, 2002. - 575. – Текст: непосредственный.
3. Годжаев, Н. М. Оптика: Учеб. пособие для физ. специальностей вузов / Н. М. Годжаев. - М. : Высш. шк., 1977. - 432 с. – Текст: непосредственный.
4. С., Горелик В.С. Электромагнитные волны и оптика: Учеб. пособие. - М.: Изд во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. - 450 с. – URL: <http://bookash.pro/ru/book/159529/elektromagnitnye-volny-i-optika-vladimir-gorelik> (дата обращения: 01.01.2023) – Режим доступа: в свободном доступе. – Текст: электронный.
5. Уфимцев, П.Я. Основы физической теории / П.Я. Уфимцев - М.: Лаборатория знаний, 2020, - 353 с. – URL: <http://bookash.pro/ru/book/153238/osnovy-fizicheskoi-teorii-difraktsii-p-ya-ufimtsev> (дата обращения: 01.01.2023) – Режим доступа: в свободном доступе. – Текст: электронный.
6. Иродов, И. Е. Задачи по общей физике: Учеб. пособие для студентов вузов / И. Е. Иродов. - 4-е изд. - М. : Наука ; СПб. : Невский диалект, 2001. - 431 с. – Текст: непосредственный.

10.2. Дополнительная литература

7. Ландсберг Г.С. Общий курс физики. Оптика.- М.: Наука, 1976. - 928 с. – Текст: непосредственный.

8. А., Самарцев В.В. Основы фемтосекундной оптики. -. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 292 с. – URL: <http://bookash.pro/ru/book/29901/osnovy-femtosekundnoi-optiki-vitalii-vladimirovich-samartsev> (дата обращения: 01.01.2023) – Режим доступа: в свободном доступе. – Текст: электронный.

9. Быков В.П. Лазерная электродинамика. Элементарные и когерентные процессы при взаимодействии лазерного излучения с веществом. изд-во: Физматлит, город: М., 2006 - 384 с. – URL: <http://bookash.pro/ru/book/64858/lazernaya-elektrodinamika-vladimir-bykov> (дата обращения: 01.01.2023) – Режим доступа: в свободном доступе. – Текст: электронный.

10. Ташлыкова-Бушкевич И.И. Физика. Часть 2: Оптика. Квантовая физика. Строение и физические свойства вещества Минск: БГУИР, 2008. – 182 с. – URL: <http://bookash.pro/ru/book/149172/fizika-chast-2-optika-quantovaya-fizika-stroenie-i-fizicheskie-svoistva-veschestva-iya-tashlykova-bu> (дата обращения: 01.01.2023) – Режим доступа: в свободном доступе. – Текст: электронный.

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: 01.09.2023). – 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: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. –Текст: электронный.

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

4. Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – 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: 01.09.2023). – 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: 01.09.2023). – 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).