

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

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

Физико-технический факультет
Кафедра общей физики и дидактики физики

УТВЕРЖДАЮ
проректор

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОБЩАЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИКА (ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЧАСТИЦ)

Укрупненная группа направлений подготовки	44.00.00 Образование и педагогические науки
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	44.03.05 Педагогическое образование
Направленность (профиль) образовательной программы	Физика и Информатика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная, заочная

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

Донецк 2025

Рабочая программа дисциплины **«Общая и экспериментальная физика (Физика атомного ядра и частиц)»** для обучающихся по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (Профиль: Физика и Информатика), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.02.2018 № 125 (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

И. Н. Пустынникова

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры общей физики и дидактики физики.
Протокол от 31.03.2025 г. № 10.

Заведующий кафедрой

А. В. Безус

СОГЛАСОВАНО:

Декан 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,
кандидат физико-математических наук

А. В. Безус

31.03.2025 г.

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ

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

базовая подготовка по физике в объёме программы средней школы;

дисциплины программы бакалавриата:

Общая и экспериментальная физика (Механика),

Общая и экспериментальная физика (Молекулярная физика. Термодинамика),

Общая и экспериментальная физика (Электричество и магнетизм),

Общая и экспериментальная физика (Оптика),

Общая и экспериментальная физика (Физика атома и атомных явлений),

Математический анализ,

Векторный и тензорный анализ,

Дифференциальные уравнения. Интегральные уравнения и вариационное исчисление,

Аналитическая геометрия,

Линейная алгебра и теория групп,

Методы математической физики,

Теория функций комплексного переменного,

Теория вероятности и математическая статистика.

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

Астрофизика, астрономия и методика преподавания астрономии

История физики и техники в школьном курсе физики / История развития физики и астрономии.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы (далее – ОП)	44.03.05 Педагогическое образование (Профиль: Физика и Информатика)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.М7.9. Общая и экспериментальная физика (Физика атомного ядра и частиц)
Часть образовательной программы	Базовая часть
Количество зачетных единиц / всего часов	4 / 144

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	6	28	–	28	88	144	экзамен
Очная, всего								
Заочная	3	6	4	–	6	134	144	экзамен
Заочная, всего								

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

ознакомление студентов с основами современных представлений о структуре ядра и элементарных частиц; формирование знаний и умений студента, необходимых и достаточных для понимания явлений и процессов, происходящих в природе, технике, быту; формирование у студентов современного естественнонаучного мировоззрения, освоение ими современного стиля физического мышления.

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

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ОПК-8. Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний	ОПК-8.4. Применяет методы анализа педагогической ситуации, профессиональной рефлексии на основе специальных научных знаний.	ОПК-8.4.1. Демонстрирует специальные научные знания в т. ч. в предметной области
		ОПК-8.4.2. Умеет проводить урочную и внеурочную деятельность в соответствии с предметной областью согласно освоенному профилю (профилям) подготовки
		ОПК-8.4.3. Умеет осуществлять трансформацию специальных научных знаний в соответствии с психофизиологическими, возрастными, познавательными особенностями обучающихся, в т. ч. с особыми образовательными потребностями
	ОПК-8.5. Осуществляет отбор предметного содержания, методов, приемов и технологий обучения, организационных форм учебных занятий, средств	ОПК-8.5.1. Умеет планировать и осуществлять учебный процесс в соответствии с основной общеобразовательной программой

	диагностики в соответствии с планируемыми результатами обучения.	
--	--	--

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
1. Общие свойства атомных ядер. Основные характеристики ядер	Основные этапы развития физики ядра и элементарных частиц. Масштабы явлений микромира
2. Модели атомных ядер. Энергия связи ядра	Опыт Резерфорда по рассеянию α -частиц. Ядро как система взаимодействующих протонов и нейтронов. Заряд ядра. Массовое число и масса ядра. Изотопы. Изобары. Энергия связи ядра. Стабильные и радиоактивные ядра
3. Формула Вейцеккера	Полуэмпирическая формула для энергии связи ядра. Магические числа.
4. Виды взаимодействия. Переносчики ядерного взаимодействия. Свойства ядерных сил.	Интенсивность видов взаимодействия. Тензорный характер ядерных сил. Рассеивание нейтронов на протонах. Спиновая зависимость ядерных сил. Особенности рассеивания тождественных частиц. Зарядовая независимость ядерных сил. Изотопический спин. Обобщенный принцип Паули. Обменный характер ядерных сил. Свойство насыщения ядерных сил.
5. Структура нуклона.	Структура нейтрона и протона. Магнитные моменты.
6. Дейтрон.	Свойства дейтрона. Дейтрон-связанное состояние в n - p -системе. Основные характеристики дейтрона. Магнитный и квадрупольный моменты дейтрона. Волновая функция дейтрона.
7. Оболочечная модель ядра.	Потенциал усредненного ядерного поля. Физическое обоснование оболочечной структуры ядра. Сильное спин-орбитальное взаимодействие. Одночастичное состояние в усредненном ядерном потенциале. Объяснение спинов и четностей состояний ядер в модели оболочек. Понятие про многочастичную модель оболочек.
8. Масс-спектрометры. Ускорители.	Масс-спектрометры Астона и Демпстера. Физические принципы работы ускорителей
9. Радиоактивность. Законы радиоактивного распада.	Естественная и искусственная радиоактивность. Статистический характер распада. Закон радиоактивного распада. Уравнение векового равновесия
10. α -распад.	α -частица. Спектры α -частиц. Зависимость

	периода α -распада от энергии α -частиц. Элементы теории α -распада. Туннельный эффект. Определение размеров ядер по данным α -распада.
11. β -распад. Нейтрино.	β -частицы. Виды β -распада. Энергетический спектр электронов. Экспериментальное доказательство существования нейтрино. Элементы теории β -распада. Понятие о слабых взаимодействиях. Разрешенные и запрещенные β -переходы. Несохранение четности при β -распаде. Проблема массы нейтрино.
12. γ -распад и внутренняя конверсия электронов.	γ -излучение ядер. Правила отбора по моменту и четности для γ -переходов. Ядерная изомерия. Внутренняя конверсия.
13. Эффект Мессбауэра.	Эффект Мессбауэра и его применение в физике и технике
14. Пробег заряженных частиц в веществе	Пробег тяжелых и легких заряженных частиц
15. Взаимодействие вещества с γ -излучением	Фотоэффект, рассеивание, рождение электронно-позитронных пар.
16. Биологическое действие излучения	Биологическое действие излучения и характеризующие его величины
17. Методы регистрации излучений	Метод фотоэмульсий, принципы работы сцинтилляционных и газоразрядных счетчиков, камеры Вильсона, пузырьковой и ионизационной камеры
18. Ядерные реакции	Механизмы ядерных реакций. Модель составного ядра. Прямые ядерные реакции. Основные экспериментальные данные про распад. Элементарная теория распада. Параметр делимости. Спонтанный распад.
19. Ядерный реактор и ядерная энергетика	Распад изотопов урана под действием нейтронов. Цепная реакция. Коэффициент размножения. Ядерные реакторы. Ядерная энергетика.
20. Термоядерные реакции. Термоядерные реакторы	Синтез легких ядер. Проблемы управляемого термоядерного синтеза
21. Эволюция звезд	Ядерные реакции в звездах
22. Несохранение четности. Элементарные частицы	Кварки и глюоны. Их основные характеристики. Дискретные симметрии C , P , T и теорема CPT . Проблема построения единой теории слабых, электромагнитных и сильных взаимодействий

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 3, семестр – 6

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+ конт	Всего
1. Общие свойства атомных ядер. Основные характеристики ядер	1		2	4	7
2. Модели атомных ядер. Энергия связи ядра	1		2	4	7
3. Формула Вейцзеккера	1		2	4	7
4. Виды взаимодействия. Переносчики ядерного взаимодействия. Свойства ядерных сил.	1		1	4	6
5. Структура нуклона.	1		2	2	5
6. Дейтрон.	1		1	2	4
7. Оболочечная модель ядра.	1			2	3
8. Масс-спектрометры. Ускорители.				8	8
9. Радиоактивность. Законы радиоактивного распада.	3		2	4	9
10. α -распад.	2		2	4	8
11. β -распад. Нейтрино.	2		2	4	8
12. γ -распад и внутренняя конверсия электронов.	1		1	4	6
13. Эффект Мессбауэра.	2			6	8
14. Пробег заряженных частиц в веществе	2			4	6
15. Взаимодействие вещества с γ -излучением	1		1	2	4
16. Биологическое действие излучения			2	4	6
17. Методы регистрации излучений				4	4
18. Ядерные реакции	2		2	4	8
19. Ядерный реактор и ядерная энергетика	1		1	4	6
20. Термоядерные реакции. Термоядерные реакторы	1		1	4	6
21. Эволюция звезд			2	4	6
22. Несохранение четности. Элементарные частицы	4		2	6	12
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	28		28	88	144

6.2. Форма обучения – заочная, курс – 3, семестр – 6

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+ конт	Всего
1. Общие свойства атомных ядер. Основные характеристики ядер	0,125		0,25	6,625	7
2. Модели атомных ядер. Энергия связи ядра	0,125		0,25	6,625	7
3. Формула Вейцзеккера	0,25		0,5	6,25	7
4. Виды взаимодействия. Переносчики ядерного взаимодействия. Свойства ядерных сил.	0,125		0,25	5,625	6

5. Структура нуклона.	0,125		0,25	4,625	5
6. Дейтрон.	0,125		0,25	3,625	4
7. Оболочечная модель ядра.	0,125			2,875	3
8. Масс-спектрометры. Ускорители.				8	8
9. Радиоактивность. Законы радиоактивного распада.	0,25		0,5	8,25	9
10. α -распад.	0,25		0,5	7,25	8
11. β -распад. Нейтрино.	0,25		0,5	7,25	8
12. γ -распад и внутренняя конверсия электронов.	0,125		0,25	5,625	6
13. Эффект Мессбауэра.	0,4			7,6	8
14. Пробег заряженных частиц в веществе	0,35			5,65	6
15. Взаимодействие вещества с γ -излучением	0,25		0,75	3	4
16. Биологическое действие излучения				6	6
17. Методы регистрации излучений	0,25			3,75	4
18. Ядерные реакции	0,125		0,25	7,625	8
19. Ядерный реактор и ядерная энергетика	0,25		0,5	5,25	6
20. Термоядерные реакции. Термоядерные реакторы	0,125		0,25	5,625	6
21. Эволюция звезд	0,125		0,25	5,625	6
22. Несохранение четности. Элементарные частицы	0,25		0,5	11,25	12
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	4		6	134	144

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

7.1. Контрольные вопросы

1. Существование и открытие ядер. Масштабы ядерных величин.
2. Строение ядра. Размеры атомных ядер. Свойства стабильных ядер. Измерение масс субатомных частиц.
3. Ускорители.
4. Энергия связи ядра. Понятие о ядерных моделях. Дорожка стабильности.
5. Зависимость удельной энергии связи от массового числа. Формула Вейцеккера.
6. Существование и свойства ядерных сил. Обменная теория ядерных сил.
7. Потенциал Юкавы. Носители ядерных взаимодействий. Мезоатом.
8. Дейтрон. Свойства и характеристики.
9. Оболочечная модель ядра. Осцилляторный потенциал и вырождение уровней.
10. Расщепление уровней ядра. Роль спин-орбитального взаимодействия.
11. Энергетические оболочки. Магические числа.
12. Радиоактивность. Типы распадов. Естественная и искусственная радиоактивность.
13. Закон радиоактивного распада. Вековое равновесие.
14. Радиоактивные ряды. Правила смещения. Статистика распадов.
15. Основные закономерности и особенности α -распада.
16. Механизм и теория α -распада. Роль законов сохранения.
17. Виды β -распада. Энергетические соотношения при β -распаде.
18. Гипотеза существования нейтрино. Опыты по его обнаружению.
19. Форма β -спектра. Зависимость периода полураспада от энергии для β -распада.

20. γ -излучение. Энергетический анализ γ -распада. Внутренняя конверсия электронов. Ядерная изомерия.
21. Эффект Мессбауэра.
22. Прохождение заряженных частиц через вещество. Пробег заряженных частиц в веществе.
23. Прохождение легких заряженных частиц через вещество. Радиационное торможение электронов.
24. Взаимодействие γ -излучения с веществом. Суммарный коэффициент поглощения γ -излучения.
25. Фотоэффект. Томсоновское и Комптоновское рассеяния γ -квантов. Рождение электронно-позитронных пар.
26. Регистрация заряженных частиц, нейтронов и γ -квантов. Детекторы.
27. Энергетический анализ и механизм деления тяжелых ядер.
28. Деление при облучении нейтронами. Мгновенные и запаздывающие нейтроны.
29. Классификация и характеристики ядерных реакций.
30. Законы сохранения в ядерных реакциях. Составное ядро.
31. Классификация нейтронов и энергетическая эффективность ядерных реакций.
32. Условие осуществимости реакции деления.
33. Формула четырех сомножителей.
34. Роль запаздывающих нейтронов в ядерных реакциях.
35. Ядерные реакторы. Ядерная энергетика.
36. Термоядерная реакция и ее энергетическая эффективность. Критерий Лоусона.
37. Несохранение четности в слабых взаимодействиях. Гипотеза Ли и Янга. Опыт Ву.
38. Энергия звезд. Углеродно-азотный и протон-протонный цикл.
39. Эволюция звезд.
40. Квантовомеханическое давление.
41. Белые карлики. Нейтронные звезды. Черные дыры.
42. Классификация заряженных частиц. Античастицы.
43. Законы сохранения в микромире.
44. Кварки. Кварковая структура адронов. Асимптотическая свобода и конфаймент.
45. Кварки и лептоны. Поколение кварков и лептонов.
46. Кварки и глюоны.
47. Великое объединение.

7.2. Темы письменных работ (типы задач)

Контрольные работы по практике по темам:

1. Существование и открытие ядер. Масштабы ядерных величин.
2. Энергия связи ядра.
3. Зависимость удельной энергии связи от массового числа. Формула Вейцзеккера.
4. Радиоактивность. Типы распадов. Закон радиоактивного распада. Вековое равновесие.
5. Радиоактивные ряды. Правила смещения. Статистика распадов.
6. Основные закономерности и особенности α -распада. Механизм и теория α -распада. Роль законов сохранения.
7. Виды β -распада. Энергетические соотношения при β -распаде.
8. Взаимодействие γ -излучения с веществом. Суммарный коэффициент поглощения γ -излучения.
9. Фотоэффект. Томсоновское и Комптоновское рассеяния γ -квантов. Рождение электронно-позитронных пар.

10. Энергетический анализ и механизм деления тяжелых ядер.
11. Условие осуществимости реакции деления.
12. Термоядерная реакция и ее энергетическая эффективность. Критерий Лоусона.
13. Законы сохранения в микромире. Кварки.

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

Образец содержания экзаменационного билета

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Основные закономерности и особенности α -распада.
2. Кварки и лептоны. Поколение кварков и лептонов.
3. Во сколько раз уменьшится интенсивность рентгеновских лучей с длиной волны 20 пм при прохождении слоя железа толщиной 0,15 мм. Массовый коэффициент поглощения железа для этой длины волны 1,1 м²/кг. Плотность железа 7900 кг/м³.

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. Форма обучения – очная, Семестр 6

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа в аудитории	14
	Самостоятельная работа	10
	Контрольные работы по практике	20

	Контрольная работа по теоретическому материалу	16
ИТОГО		60
Экзамен		40
Общий итог за семестр		100

8.2. Форма обучения – заочная, Семестр 6

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа в аудитории	14
	Самостоятельная работа	10
	Контрольные работы по практике	20
	Контрольная работа по теоретическому материалу	16
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 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 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 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. Сивухин, Д.В. Общий курс физики. Учеб. пособие : Для вузов. В 5 т. Т. V. Атомная и ядерная физика. – 2-е изд., стереот. – М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ, 2020. – 784 с.
2. Иродов, И. Е. Квантовая физика : основные законы / И. Е. Иродов. - 3-е изд. - Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. - 256 с.

10.2. Дополнительная литература

3. Ракобольская, И.В. Ядерная физика / И.В. Ракобольская. – М.: Изд-во МГУ, 1971. – 296 с.
4. Широков, Ю.М. Ядерная физика: учебное пособие / Ю.М. Широков, Н.П. Юдин. – М.: Наука, 1980. – 727 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).