

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

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

Факультет физико-технический
Кафедра радиофизики и инфокоммуникационных технологий



УТВЕРЖДАЮ

проректор

П.А. Машаров

«29» марта 2024 г.

МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ЭЛЕКТРОДИНАМИКА»

Укрупненная группа направлений подготовки	03.00.00 Физика и астрономия
Программа высшего образования	Программа бакалавриат
Направление подготовки	03.03.03 Радиофизика
Профиль подготовки	Радиофизика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	очная

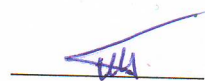
Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «Электродинамика» для обучающихся по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика (Профиль: Радиофизика), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 7 августа 2020 г. № 912 (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 2024 года.

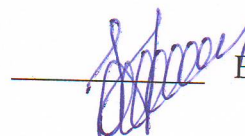
Разработчик:

канд. техн. наук, доцент
кафедры радиофизики
и инфокоммуникационных технологий

 И.А. Третьяков

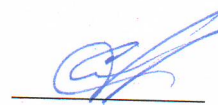
Рабочая программа утверждена на заседании кафедры радиофизики и инфокоммуникационных технологий
Протокол от 26.03.2024 г. № 16

Заведующий кафедрой

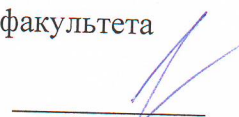
 В.В. Данилов

СОГЛАСОВАНО:

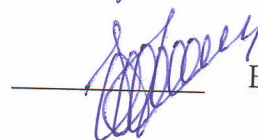
И.о. декана физико-технического факультета
28.03.2024 г.

 С.А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета
Протокол от 27.03.2024 г. № 2
Председатель

 В. Н. Котенко

Руководитель основной профессиональной образовательной программы
д-р тех. наук, проф.
26.03.2024 г.

 В.В. Данилов

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: «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Электричество и магнетизм», «Электродинамика», «Радиоэлектроника», «Линии передач и техника СВЧ».

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

«Термодинамика и статистическая физика», «Распространение электромагнитных волн», «Антенны», «Электроника СВЧ».

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	03.03.03 Радиофизика (Программа бакалавриата Радиофизика)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ОД.18 Электродинамика СВЧ
Часть образовательной программы	Вариативная часть: выбор обучающегося
Количество зачетных единиц / всего часов	3,5 / 126

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	4	7	34	-	17	75	126	зачет

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение закономерностей электромагнитных волновых процессов при генерации, излучении и распространении радиоволн в различных средах в сверхвысокочастотном (СВЧ) диапазоне волн, выявление их связи с фундаментальными законами электромагнетизма, формирование у студентов знаний и умений, необходимых для решения различных задач электродинамики СВЧ.

Раскрытие роли электромагнитных волновых процессов в природе, формулировка основных задач классической теории электромагнитных полей и волн в электродинамике СВЧ, формулировка и моделирование задач электродинамики СВЧ; применение основных методов теоретического и экспериментального исследования волновых процессов.

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

4.1. Компетенции

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-1. Обладает достаточными знаниями в области математических и	ПК-1.2. Обладает достаточными знаниями в области	ПК-1.1.1. терминологию, основные понятия, законы классической

физических наук, основ цифровой техники и информационных технологий, необходимыми при проведении научно-исследовательских работ и по профилю подготовки.	физических наук, необходимыми при проведении научно-исследовательских работ по профилю подготовки.	электродинамики СВЧ и их математическое отображение. ПК-1.1.2. Умеет осуществлять эксперименты по исследованию электромагнитных процессов СВЧ и проводить их анализ. ПК-1.1.3. Владеет основными методами исследования и решения задач электродинамики СВЧ.
--	--	---

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1. Основные уравнения электродинамики, плоские электромагнитные волны	
Тема 1. Введение в электродинамику СВЧ	1.1. Роль электродинамики в изучении закономерностей материального мира 1.2. Предмет электродинамики СВЧ, его основные задачи и методы решения
Тема 2. Основные уравнения электродинамики переменных электромагнитных полей и волн	2.1. Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной формах для полей общего вида 2.2. Параметры и классификация сред. Линейные и нелинейные среды 2.3. Волновые уравнения для электрического и магнитного полей в общем виде 2.4. Уравнения Максвелла, волновые уравнения и граничные условия для гармонических полей 2.5. Баланс энергии для гармонического поля. Вектор Пойнтинга для гармонического поля 2.6. Теорема единственности для задач электродинамики СВЧ
Тема 3. Плоские электромагнитные волны в однородной линейной среде с потерями	3.1. Постановка задачи (модель задачи, основные уравнения электродинамики, граничные условия). Решение задачи, закономерности в плоской волне 3.2. Характеристики плоской волны: дисперсионное соотношение (частотная дисперсия), волновое число, фазовый коэффициент, коэффициент затухания, волновое сопротивление 3.3. Связь характеристик плоской волны с параметрами среды 3.4. Поляризация волн. Плоская (линейная), круговая и эллиптическая поляризации волн 3.5. Координация волн в произвольной системе координат
Тема 4. Плоские волны на границе раздела двух линейных сред	4.1. Постановка задачи (модель, исходные соотношения, граничные условия) 4.2. Общие соотношения для полей в каждой из двух сред в случае падающих волн с нормальной и параллельной поляризациями. Анализ полученных соотношений 4.3. Первый и второй законы Снелиуса 4.4. Коэффициент отражения. Коэффициент преломления. Полное отражение волны от границы

	<p>раздела двух сред (случай двух диэлектриков и случай «диэлектрик-металл»)</p> <p>4.5. Падение плоской волны на границу «диэлектрик - проводящая среда»</p>
Раздел 2. Излучение и распространение электромагнитных волн	
Тема 5. Распространение электромагнитных волн в линейных средах в присутствии направляющих поверхностей. Линии передач	<p>5.1. Распространение электромагнитных волн в присутствии направляющих поверхностей. Общие закономерности</p> <p>5.2. Линии передачи. Типы линий передачи. Постановка в общем виде (модель, исходные уравнения, граничные условия).</p> <p>5.3. Общие соотношения и закономерности распространения направляемых волн в линиях передачи.</p> <p>5.4. Критическая частота и критическая длина волны в линии передачи</p> <p>5.5. Типы направленных волн и их особенности. Концепция парциальных волн</p>
Тема 6. Магнитные волны и токи в прямоугольном волноводе	<p>6.1. Прямоугольный волновод. Постановка задачи по распространению волн в волноводе (модель, исходные уравнения, граничные условия)</p> <p>6.2. Магнитные волны в прямоугольном волноводе. Основные соотношения, закономерности и характеристики магнитных волн в прямоугольном волноводе</p> <p>6.3. Типы магнитных волн в прямоугольном волноводе</p> <p>6.4. Волна H_{10}. Пространственное распределение электрических и магнитных силовых линий волны H_{10} в волноводе</p> <p>6.5. Частотное распределение критических длин волн для различных типов магнитных волн. Возбуждение магнитных волн в волноводе</p>
Тема 7. Электрические волны в прямоугольном волноводе	<p>7.1. Основные соотношения, закономерности и характеристики электрических волн</p> <p>7.2. Типы электрических волн в прямоугольном волноводе</p> <p>7.3. Волна E_{11}. Краткие сведения</p> <p>7.4. Пространственная распределение электрических и магнитных силовых линий в волноводе для волны E_{11}.</p> <p>7.5. Токи в волноводе для волны E_{11} и их распределение на стенках. Возбуждение электрических волн E_{11} в волноводе.</p>
Тема 8. Коаксиальная линия передачи	<p>8.1. Коаксиальная линия. Постановка задачи (модель, исходные уравнения, граничные условия). Типы волн, распространяющихся в коаксиальной линии</p> <p>8.2. Поперечные плоские волны, распространяющиеся в коаксиальной линии. Основные соотношения, закономерности и характеристики плоских поперечных волн</p> <p>8.3. Пространственное распределение электрических и магнитных силовых линий плоской поперечной волны в коаксиальной линии</p>

	<p>8.4. Токи в коаксиальной линии и их распределение на стенках коаксиальной линии. Возбуждение плоской поперечной волны в коаксиальной линии</p> <p>8.5. Электрические и магнитные волны в коаксиальной линии</p>
Тема 9. Объемные резонаторы	<p>9.1. Объемный резонатор. Постановка задачи по изучению работы резонаторов (модель, исходные уравнения, граничные условия)</p> <p>9.2. Характер поля внутри резонаторов. Основные соотношения для резонаторов. Добротность резонатора</p> <p>9.3. Прямоугольный резонатор. Постановка задачи (модель, исходные соотношения, граничные условия)</p> <p>9.4. Решение задачи, основные соотношения и закономерности для поперечно-электрических колебаний. Собственные колебания и добротность резонатора</p> <p>9.5. Простейший тип колебаний и его основные характеристики: собственная частота, добротность, пространственное распределение электрических и магнитных силовых линий внутри резонатора, распределение токов на стенках резонатора</p>
Тема 10. Излучение электромагнитных волн. Дифракция.	<p>10.1. Задачи теории излучения. Общая постановка задачи по определению электромагнитного поля по заданным источникам (модель, исходные соотношения, граничные условия)</p> <p>10.2. Уравнение Даламбера и волновые уравнения для определения поля в пространстве, окружающем источники</p> <p>10.3. Излучатели электромагнитных волн (краткие сведения): диполь Герца, рамочный излучатель, магнитный ток, элемент плоскости</p> <p>10.4. Задачи дифракции и основные понятия. Методы решения задач дифракции.</p> <p>10.5. Дифракция плоской электромагнитной волны на отверстии в плоском проводящем экране</p> <p>10.6. Основные соотношения и закономерности распределения поля вторичной волны.</p>

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 4, семестр – 7

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1. Основные уравнения электродинамики, плоские электромагнитные волны	14	-	6	32	52
Тема 1. Введение в электродинамику СВЧ	2	-	0	8	10
Тема 2. Основные уравнения электродинамики переменных электромагнитных полей и волн	4	-	2	8	14
Тема 3. Плоские электромагнитные волны в однородной линейной среде с потерями	4	-	2	8	14

Тема 4. Плоские волны на границе раздела двух линейных сред	4	-	2	8	14
Раздел 2. Излучение и распространение электромагнитных волн	20	-	11	43	74
Тема 5. Распространение электромагнитных волн в линейных средах в присутствии направляющих поверхностей. Линии передач	2	-	1	5	8
Тема 6. Магнитные волны и токи в прямоугольном волноводе	4	-	2	8	14
Тема 7. Электрические волны в прямоугольном волноводе	4	-	2	8	14
Тема 8. Коаксиальная линия передачи	4	-	2	8	14
Тема 9. Объемные резонаторы	4	-	2	8	14
Тема 10. Излучение электромагнитных волн. Дифракция.	2	-	2	6	10
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	34	-	17	75	126

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

7.1. Контрольные вопросы

1. Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной формах для полей общего вида.
2. Вектор Пойнтинга.
3. Параметры и классификация сред. Линейные и нелинейные среды.
4. Волновые уравнения для электрического и магнитного полей в общем виде. Векторный и скалярный потенциалы.
5. Уравнения Максвелла, волновые уравнения и граничные условия для гармонических полей. Баланс энергии для гармонического поля. Вектор Пойнтинга для гармонического поля.
6. Теорема единственности для задач электродинамики СВЧ. Типы волн.
7. Характеристики плоской волны: дисперсионное соотношение (частотная дисперсия), волновое число, фазовый коэффициент, коэффициент затухания, волновое сопротивление.
8. Связь характеристик плоской волны с параметрами среды. Поляризация волн. Плоская (линейная), круговая и эллиптическая поляризации волн.
9. Вектор Пойнтинга для плоской гармонической волны.
10. Понятия нормальной и параллельной поляризаций. Общие соотношения для полей в каждой из двух сред в случае падающих волн с нормальной и параллельной поляризациями.
11. Коэффициент отражения. Коэффициент преломления. Полное отражение волны от границы раздела двух сред (случай двух диэлектриков и случай «диэлектрик-металл»).
12. Падение плоской волны на границу «диэлектрик - проводящая среда». Граничные условия Леонтовича-Щукина.
13. Линии передачи. Типы линий передачи. Общие соотношения и закономерности распространения направляемых волн в линиях передачи.
14. Поперечное волновое число. Критическая частота и критическая длина волны в линии передачи. Типы направленных волн и их особенности. Концепция парциальных волн.

15. Основные соотношения, закономерности и характеристики магнитных волн в прямоугольном волноводе: поперечное волновое число, критическая частота и критическая длина волны, фазовый коэффициент (фазовая постоянная величина), длина волны в волноводе, фазовая и энергетическая скорости, волновое сопротивление.

16. Типы магнитных волн в прямоугольном волноводе. Волна H₁₀. Пространственное распределение электрических и магнитных силовых линий волны H₁₀ в волноводе. Эпюры для напряженностей электрического и магнитного полей в волноводе.

17. Токи в волноводе и их распределение на стенках. Частотное распределение критических длин волн для различных типов магнитных волн.

18. Возбуждение магнитных волн в волноводе.

19. Основные соотношения, закономерности и характеристики электрических волн: поперечное волновое число, критическая частота и критическая длина волны, фазовый коэффициент, длина волны в волноводе, фазовая и энергетическая скорости, волновое сопротивление.

20. Типы электрических волн в прямоугольном волноводе. Волна E₁₁. Краткие сведения. Пространственная распределение электрических и магнитных силовых линий в волноводе для волны E₁₁.

21. Токи в волноводе для волны E₁₁ и их распределение на стенках. Возбуждение электрических волн E₁₁ в волноводе.

22. Поперечные плоские волны, распространяющиеся в коаксиальной линии. Основные соотношения, закономерности и характеристики плоских поперечных волн: поперечное волновое число, критическая частота и критическая длина волны, фазовый коэффициент, фазовая и энергетическая скорости, длина волны, волновое сопротивление.

23. Пространственное распределение электрических и магнитных силовых линий плоской поперечной волны в коаксиальной линии.

24. Токи в коаксиальной линии и их распределение на стенках коаксиальной линии. Возбуждение плоской поперечной волны в коаксиальной линии.

25. Понятие объемного резонатора. Типы объемных резонаторов.

26. Основные соотношения для резонаторов. Собственные колебания в объемном резонаторе. Колебания резонатора с потерями. Добротность резонатора.

27. Прямоугольный резонатор. Типы колебаний в резонаторе. Решение задачи, основные соотношения и закономерности для поперечно-электрических колебаний.

28. Собственные колебания и добротность резонатора. Простейший тип колебаний H₁₀₁ и его основные характеристики: собственная частота, добротность, пространственное распределение электрических и магнитных силовых линий внутри резонатора, распределение токов на стенках резонатора.

29. Дифракция плоской электромагнитной волны на отверстии в плоском проводящем экране. Постановка задачи. Приближенный метод решения. Основные соотношения и закономерности распределения поля вторичной волны.

30. Общая постановка задачи по определению электромагнитного поля по заданным источникам (модель, исходные соотношения, граничные условия). Уравнение Даламбера и волновые уравнения для определения поля в пространстве, окружающем источники. Векторный \vec{A} и скалярный Ψ потенциалы.

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.).

8.1. Семестр 8

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа в аудитории	5
	Самостоятельная работа	5
	Контрольная работа 1	15
2	Организационно-учебная работа в аудитории и самостоятельная работа	5
	Самостоятельная работа	5
	Контрольная работа 2	15
ИТОГО		50
Зачет		50
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. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
 - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа;
 - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
 - экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- 3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - письменные задания выполняются на компьютере;
 - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - в печатной форме увеличенным шрифтом;
 - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.
- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в корпусе №4 ДонГУ (г. Донецк, пр. Театральный, 13). Для проведения лекционных и практических 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 Главного корпуса (ауд.405).

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.

11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

11.1. Основная литература

1. Баскаков, С. И. Электродинамика и распространение радиоволн / С. И. Баскаков. – М.: Ленанд, 2023. – 416 с.
2. Григорьев, А. Д. Электродинамика и микроволновая техника / А. Д. Григорьев. – М.: Лань, 2021. – 704 с.
3. Виноградова, М. Б. Теория волн / М. Б. Виноградова, О. В. Руденко, А. П. Сухоруков. – М.: Ленанд, 2019. – 448 с.
4. Банков, С. Е. Электродинамика для пользователей САПР СВЧ / С. Е. Банков, А. А. Курушин. – М.: Солон-Пресс, 2020. – 316 с.

11.2. Дополнительная литература

5. Семёнов, А. А. Теория электромагнитных волн / А. А. Семёнов. – М. : Изд-во МГУ, 1968. – 320 с.
6. Лебедев, И. В. Техника и приборы СВЧ. Т. I / И. В. Лебедев. – М. : Высшая школа, 1970. – 440 с.
7. Гольдштейн, Л. Д. Электромагнитные поля и волны / Л. Д. Гольдштейн, Н. В. Зернов. – М. : Советское радио, 1972. – 664 с.
8. Вайнштейн, Л. А. Электромагнитные волны / Л. А. Вайнштейн. – М. : Радио и связь, 1988. – 581 с.
9. Никольский, В. В. Электродинамика и распространение радиоволн / В. В. Никольский, Т. И. Никольская. – М. : Наука, 1989. – 544 с.

12. 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.

13. 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).