

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

«ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»

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 «Функциональная электроника» 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.

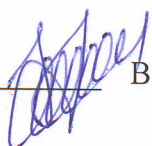
Разработчик:

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

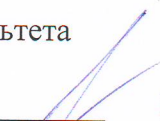
 В.В. Данилов

СОГЛАСОВАНО:

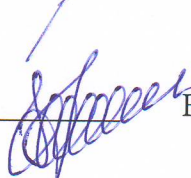
И.о. декана физико-технического факультета
28.03.2024 г.

 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: «Электричество и магнетизм», «Колебания и волны, оптика», «Атомная и ядерная физика», «Физический практикум», «Радиоэлектроника», «Полупроводниковая и физическая электроника», «Квантовая радиофизика», «Оптоэлектроника».

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

«Производственная практика: преддипломная», «Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы», дисциплина магистратуры «Оптоэлектронные датчики», дисциплина магистратуры «Фотонные структуры».

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.10 Функциональная электроника
Часть образовательной программы	Вариативная часть: выбор вуза
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	8	30	20	-	76	126	экзамен

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Формирование системы знаний и умений студента, необходимых для решения прикладных задач по обработке и хранению информации с помощью нового несхемотехнического подхода.

Изучение физических законов и явлений, принципов построения, основных характеристик и параметров, методов моделирования устройств функциональной электроники; овладение методами исследования таких устройств; обеспечение применения профессиональных качеств при разработке устройств для обработки информации на принципах функциональной электроники.

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

4.1. Компетенции

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-2. Обладает достаточными знаниями	ПК-2.1. Обладает достаточными	ПК-2.1.1. Знает физические законы и явления, терминологию и аппарат

в области электроники, электронной аппаратуры, в том числе СВЧ и оптического диапазона, антенно-фидерных систем, необходимыми при проведении научно-исследовательских работ и экспериментов по профилю подготовки.	знаниями в области электроники, электронной аппаратуры, необходимыми при проведении научно-исследовательских работ и экспериментов по профилю подготовки.	основных понятий и особенности применения устройств функциональной электроники. ПК-2.1.2. Умеет измерять характеристики и параметры основных устройств функциональной электроники. ПК-2.1.3. Владеет современными средствами проектирования и моделирования основных устройств функциональной электроники.
--	---	--

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1. Устройства функциональной акусто- и магнитоэлектроники	
Тема 1. УФЭ: 4-е поколение радиоэлектронной аппаратуры	<p>1.1. Предмет дисциплины и ее задачи. Направления развития микроэлектроники</p> <p>1.2. Ограничения в схемотехнической интегральной электронике по физическим и технологическим факторам</p> <p>1.3. Статистические и динамические неоднородности. Типы носителей информационного сигнала</p> <p>1.4. Физические поля и процессы, обеспечивающие возникновение, продвижение и взаимодействие динамических неоднородностей в континуальной среде на примере оптоэлектроники</p> <p>1.5. Обобщенная схема построения элементов и устройств функциональной электроники</p> <p>1.6. Классификация элементов и устройств ФЭ по направлениям и назначениям</p>
Тема 2. Приборы функциональной электроники 2-го поколения	<p>2.1. Функциональная акустооптика. Фотоупругий эффект. Акустооптическое взаимодействие</p> <p>2.2. Брэгговская дифракция. Интенсивность и поляризация дифрагированного пучка. Дифракция Рамана-Ната</p> <p>2.3. Корпускулярное представление акустооптического взаимодействия. Поверхностная акустооптика</p> <p>2.4. Устройства функциональной акустооптики: акустооптические модуляторы и дефлекторы, процессоры, спектр-анализаторы сигналов</p> <p>2.5. Акустооптические корреляторы сигналов, перестраиваемые фильтры</p> <p>2.6. Интегрально-оптические приборы на поверхностной дифракции</p>

Тема 3. Функциональная акустоэлектроника	<p>3.1. Элементы теории упругости: тензоры деформаций, напряжений, моделей упругости, упругих постоянных</p> <p>3.2. Волны Рэлея. Распределение энергии в рэлеевской волне. Рэлеевские волны в кристаллах, особенности анизотропии</p> <p>3.3. Типы и свойства поверхностных акустических волн: волны Стоунли, Лэмба, Гуляева-Блюстейна; вытекающие волны. Методы возбуждения и приема акустических волн</p> <p>3.4. Управление распространением акустических волн: многополосковые ответвители, отражатели. Резонаторы акустических волн</p> <p>3.5. Взаимодействие электронов с поверхностными акустическими волнами. Усиление акустических волн. Нелинейные эффекты в упругой среде</p> <p>3.6. Основные устройства функциональной акустоэлектроники</p>
Тема 4. Функциональная магнитоэлектроника	<p>4.1. Цилиндрические магнитные домены. Доменные границы</p> <p>4.2. Генерация, деление, перемещение и детектирование цилиндрических магнитных доменов</p> <p>4.3. Запоминающие устройства и процессоры сигналов на цилиндрических магнитных доменах</p> <p>4.4. Спиновые и магнитостатические волны</p> <p>4.5. Функциональные устройства на магнитостатических волнах</p>
Раздел 2. Устройства функциональной молекулярной, диэлектрической и полупроводниковой электроники	
Тема 5. Функциональная молекулярная электроника	<p>5.1. Молекулярная электроника</p> <p>5.2. Биоэлектроника</p> <p>5.3. Оптоэлектронные приборы на жидких кристаллах</p> <p>5.4. Функциональная электроника на самоорганизующихся средах</p>
Тема 6. Функциональная диэлектрическая электроника	<p>6.1. Диэлектрические среды: пьезоэлектрики, пироэлектрики, сегнетоэлектрики, сегнетомагнетики</p> <p>6.2. Электрические домены, фазоны, флуктоны</p> <p>6.3. Явления в слоистых структурах на основе диэлектрических, металлических и полупроводниковых сред</p> <p>6.4. Механизмы переноса носителей заряда в пленочных системах</p>

	6.5. Устройства диэлектрической электроники: элементы памяти, процессоры, диэлектрические диоды и транзисторы
Тема 7. Функциональная полупроводниковая электроника	7.1. Физические основы работы приборов с зарядовой связью (ПЗС). Накопление и перенос заряда, шумовые процессы 7.2. Способы реализации и физические ограничения ПЗС 7.3. Цифровые устройства на ПЗС: логические элементы, накопители информации, запоминающие устройства 7.4. Аналоговые устройства на ПЗС: линии задержки, фильтры, мультиплексоры, корреляторы, спектральные преобразователи 7.5. Формирователи сигналов изображения. Матричные фоточувствительные схемы с зарядовой связью
Тема 8. Перспективы развития функциональной электроники	8.1. Основные тенденции и направления дальнейшего развития функциональной электроники 8.2. Использование новых физических явлений для создания устройств функциональной электроники 8.3. Использование новых материалов для создания устройств функциональной электроники

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 4, семестр – 8

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1. Устройства функциональной акусто- и магнитоэлектроники	15	8	-	38	61
Тема 1. УФЭ: 4-е поколение радиоэлектронной аппаратуры	3	0	-	8	11
Тема 2. Приборы функциональной электроники 2-го поколения	4	0	-	10	14
Тема 3. Функциональная акустоэлектроника	4	4	-	10	18
Тема 4. Функциональная магнитоэлектроника	4	4	-	10	18
Раздел 2. Устройства функциональной молекулярной, диэлектрической и полупроводниковой электроники	15	12	-	38	65
Тема 5. Функциональная молекулярная электроника	4	4	-	10	18
Тема 6. Функциональная диэлектрическая электроника	4	4	-	10	18
Тема 7. Функциональная полупроводниковая электроника	4	4	-	10	18

Тема 8. Перспективы развития функциональной электроники	3	0	-	8	11
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	30	20	-	76	126

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

- 7.1. Контрольные вопросы
 1. Направления развития микроэлектроники
 2. Ограничения в схемотехнической интегральной электронике по физическим и технологическим факторам
 3. Статистические и динамические неоднородности. Типы носителей информационного сигнала
 4. Физические поля и процессы, обеспечивающие возникновение, продвижение и взаимодействие динамических неоднородностей в континуальной среде на примере оптоэлектроники
 5. Обобщенная схема построения элементов и устройств функциональной электроники
 6. Классификация элементов и устройств ФЭ по направлениям и назначениям
 7. Функциональная акустооптика. Фотоупругий эффект. Акустооптическое взаимодействие
 8. Брэгговская дифракция. Интенсивность и поляризация дифрагированного пучка. Дифракция Рамана-Ната
 9. Корпускулярное представление акустооптического взаимодействия. Поверхностная акустооптика
 10. Устройства функциональной акустооптики: акустооптические модуляторы и дефлекторы, процессоры, спектр-анализаторы сигналов
 11. Акустооптические корреляторы сигналов, перестраиваемые фильтры
 12. Интегрально-оптические приборы на поверхностной дифракции
 13. Элементы теории упругости: тензоры деформаций, напряжений, моделей упругости, упругих постоянных
 14. Волны Рэлея. Распределение энергии в рэлеевской волне. Рэлеевские волны в кристаллах, особенности анизотропии
 15. Типы и свойства поверхностных акустических волн: волны Стоунли, Лэмба, Гуляева-Блюстейна; вытекающие волны. Методы возбуждения и приема акустических волн
 16. Управление распространением акустических волн: многополосковые ответвители, отражатели. Резонаторы акустических волн
 17. Взаимодействие электронов с поверхностными акустическими волнами. Усиление акустических волн. Нелинейные эффекты в упругой среде
 18. Основные устройства функциональной акустоэлектроники
 19. Цилиндрические магнитные домены. Доменные границы
 20. Генерация, деление, перемещение и детектирование цилиндрических магнитных доменов
 21. Запоминающие устройства и процессоры сигналов на цилиндрических магнитных доменах
 22. Спиновые и магнитостатические волны
 23. Функциональные устройства на магнитостатических волнах
 24. Молекулярная электроника

25. Биoeлектроника
26. Оптоэлектронные приборы на жидких кристаллах
27. Функциональная электроника на самоорганизующихся средах
28. Диэлектрические среды: пьезоэлектрики, пирозэлектрики, сегнетоэлектрики, сегнетомангнетики
29. Электрические домены, фазоны, флуктоны
30. Явления в слоистых структурах на основе диэлектрических, металлических и полупроводниковых сред
31. Механизмы переноса носителей заряда в пленочных системах
32. Устройства диэлектрической электроники: элементы памяти, процессоры, диэлектрические диоды и транзисторы
33. Физические основы работы приборов с зарядовой связью (ПЗС). Накопление и перенос заряда, шумовые процессы
34. Способы реализации и физические ограничения ПЗС
35. Цифровые устройства на ПЗС: логические элементы, накопители информации, запоминающие устройства
36. Аналоговые устройства на ПЗС: линии задержки, фильтры, мультиплексоры, корреляторы, спектральные преобразователи
37. Формирователи сигналов изображения. Матричные фоточувствительные схемы с зарядовой связью
38. Основные тенденции и направления дальнейшего развития функциональной электроники
39. Использование новых физических явлений для создания устройств функциональной электроники
40. Использование новых материалов для создания устройств функциональной электроники
- 7.2. Образец содержания экзаменационного билета (при наличии экзамена по дисциплине)

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

ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

Донецкий государственный университет

Физико-технический факультет

Кафедра радиофизики и инфокоммуникационных технологий

Программа высшего
образования

Программа бакалавриата

Направление подготовки

03.03.03 Радиофизика

Профиль подготовки

Радиофизика

Форма обучения

Очная

Семестр

Восьмой

Дисциплина

Функциональная электроника

Экзаменационный билет № 1

1. Обобщенная схема построения элементов и устройств функциональной электроники.
2. Акустооптические корреляторы сигналов, перестраиваемые фильтры.
3. Формирователи сигналов изображения.

Утверждено на заседании кафедры радиофизики и инфокоммуникационных технологий,
протокол № __ от __. __.202__ г.

Заведующий кафедрой

В.В. Данилов

Экзаменатор

И.А. Третьяков

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 и самостоятельная работа	5
	Лабораторные работы	10
	Модульная контрольная работа	15
2	Организационно-учебная работа в аудитории и самостоятельная работа	5
	Лабораторные работы	15
ИТОГО		50
Экзамен		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 лабораторных 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. Щука, А. А. Электроника в 4 ч. Часть 4. Функциональная электроника: учебник для вузов / А. А. Щука, А. С. Сигов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2023. – 183 с. – ISBN 978-5-534-01873-8.
2. Щука, А. А. Нанoeлектроника : учебник для вузов / А. А. Щука ; под общей ред. А. С. Сигова. – Москва : Издательство Юрайт, 2023. – 297 с. – ISBN 978-5-9916-8280-0.
3. Смирнов, Ю. А. Основы нано- и функциональной электроники / Ю. А. Смирнов, С. В. Соколов, Е. В. Титов. – 2-е изд., испр. – Москва : Издательство Лань, 2023. – 320 с. – ISBN 978-5-8114-1378-2.

11.2. Дополнительная литература

4. Умрихин, В. В. Физические основы электроники: учебное пособие / В. В. Умрихин. — Москва : Издательство Инфра-М, 2015. — 304 с. — ISBN 978-5-98281-306-0.
5. Соляник, С. П. Перспективные направления функциональной микроэлектроники: учебное пособие / С. П. Соляник, В. Е. Небогатых, А. С. Потапов. — Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2009. — 103 с. — ISBN 978-5-7596-1118-9.
6. Данилов, В. В. Физические основы акустооптического приборостроения: учебное пособие / В. В. Данилов, Т. В. Белик, И. В. Горбов. — Донецк: ДонНУ, 2003. — 150 с.
7. Носов, Ю. Р. Оптоэлектроника / Ю. Р. Носов. — М.: Радио и связь, 1989. — 360 с. — ISBN 5-256-00246-5.

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).