

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

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

Факультет математики и информационных технологий
Кафедра теории упругости и вычислительной математики
имени академика А.С. Космодамианского

УТВЕРЖДАЮ
проректор

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МОДЕЛИ ВЯЗКОГО И ХРУПКОГО РАЗРУШЕНИЯ

Укрупненная группа направлений подготовки	01.00.00 Математика и механика
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	01.03.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль) образовательной программы	Прикладная математика и информатика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная

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

Донецк 2025

Рабочая программа дисциплины **«Модели вязкого и хрупкого разрушения»** для обучающихся по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (Профиль: Прикладная математика и информатика), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 января 2018 г. № 9 (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 теории упругости
и вычислительной математики
им. акад. А.С. Космодамианского,
канд. физ.-мат. наук

А. Б. Мироненко

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры теории упругости и вычислительной математики им. акад. А.С. Космодамианского.
Протокол от 03.04.2025 г. № 10.

И.о. заведующего кафедрой

И. А. Моисеенко

СОГЛАСОВАНО:

Декан факультета математики и
информационных технологий
16.04.2025 г.

И. А. Моисеенко

Учебно-методическая комиссия факультета математики и информационных технологий.
Протокол от 16.04.2025 г. № 3.
Председатель

Л. И. Селякова

Руководитель основной образовательной
программы, д-р физ.-мат. наук, доц.
03.04.2025 г.

Р. Н. Нескороев

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, Комплексный анализ, Функциональный анализ, Алгебра и геометрия, Дифференциальные уравнения, Уравнения математической физики, Математические модели механики твердого тела, Математические модели и методы теории упругости.

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

Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика (обязательная), Производственная практика: преддипломная практика, Выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы (далее – ОП)	01.03.02 Прикладная математика и информатика (Профиль: Прикладная математика и информатика)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ДВ.2.1. Модели вязкого и хрупкого разрушения
Часть образовательной программы	Вариативная часть: выбор обучающегося
Количество зачетных единиц / всего часов	4 / 144

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	–	93	144	зачет

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение основ механики разрушения, подходов абстрагирования при изучении реальных процессов, моделей деформируемой среды, методов составления и решения краевых задач при использовании различных моделей, методов численной реализации решений на современных вычислительных средствах.

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

4.1. Компетенции

ПК-5. Способен проводить исследования и получать научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива.

4.2. Индикаторы компетенций

ПК-5.5. Применяет математические модели и методы механики разрушения для решения задач научно-исследовательской и профессиональной деятельности.

4.3. Результаты обучения

ПК-5.5.1. Знает определения и утверждения, математические модели и методы механики хрупкого разрушения для решения задач научно-исследовательской и профессиональной деятельности.

ПК-5.5.2. Умеет выбирать и использовать математические модели и методы механики хрупкого разрушения для решения задач научно-исследовательской и профессиональной деятельности.

ПК-5.5.3. Аргументированно выбирает математические модели и методы механики хрупкого разрушения для решения задач научно-исследовательской и профессиональной деятельности.

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1. Модели вязкого и хрупкого разрушения.	
Введение в механику хрупкого разрушения	<ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация реологических моделей 2. Теории прочности 3. Вязкое разрушение 4. Работа Гриффитса «Явление разрушения и течения твердого тела» 5. Некоторые замечания
Задачи вязкоупругости	<ol style="list-style-type: none"> 1. Модели вязкоупругости 2. Ядра ползучести и релаксации вязкоупругости 3. Методы определения постоянных ядер вязкоупругости (идентификация моделей) 4. Методы решения задач вязкоупругости и их использование 5. Решения задач о вязкоупругом состоянии сред
Комплексные потенциалы вязкоупругости и термовязкоупругости и их приложения к решению простейших задач	<ol style="list-style-type: none"> 1. Плоские задачи теплопроводности, вязкоупругости и термовязкоупругости 2. Действие однородного потока тепла 3. Комплексные потенциалы плоских задач теплопроводности и теории упругости 4. Краевые задачи вязкоупругости и термовязкоупругости 5. Решение задач вязко- и термовязкоупругости для пластинки с жестким эллиптическим включением 6. Решение задач вязко- и термовязкоупругости для пластинки с круговым упругим включением
Задача вязкоупругости для многосвязной пластинки с жесткими включениями	<ol style="list-style-type: none"> 1. Пластинка с конечным числом включений 2. Периодическая задача для пластинки с включениями 3. Двойкопериодическая задача для пластинки с включениями 4. Исследование вязкоупругого состояния многосвязной пластинки с включениями
Задача вязкоупругости для многосвязной пластинки с упругими включениями	<ol style="list-style-type: none"> 1. Пластинка с конечным числом включений 2. Пластинка с периодической системой включений 3. Исследование вязкоупругого состояния пластинки с упругими включениями

Задача термовязкоупругости для пластинки с жесткими включениями	<ol style="list-style-type: none"> 1. Постановка задачи 2. Решение задачи теплопроводности 3. Решение задачи термовязкоупругости 4. Исследование термовязкоупругого состояния пластинки
Прочность идеально-периодических структур	<ol style="list-style-type: none"> 1. Точный квантовомеханический метод 2. Приближенные методы 3. Некоторые оценки 4. Метод теплового смещения
Сингулярные задачи теории упругости	<ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация особых точек 2. Основные теоремы 3. Плоская задача теории упругости 4. Цилиндр 5. Поле упругих напряжений и смещений в малой окрестности края произвольной трещины 6. Налгающие трещины и влияние включений 7. Анизотропное тело 8. Кусочно-однородное тело 9. Влияние конечности деформаций 10. Влияние физической нелинейности и размеров начальной полости 11. Динамические эффекты
Основные положения механики хрупкого разрушения	<ol style="list-style-type: none"> 1. Критерий локального разрушения 2. Энергетический метод 3. Обобщенный нормальный разрыв 4. Устойчивость роста хрупких трещин 5. Концепция квазихрупкого разрушения. Структура конца трещины 6. Некоторые основные эффекты процесса разрушения 7. Методы определения вязкости разрушения 8. Оценка технической прочности и вязкости разрушения некоторых материалов 9. Другие критерии локального разрушения 10. Одно приложений механики разрушения к горному делу
Некоторые общие вопросы механики разрушения	<ol style="list-style-type: none"> 1. Уравнение энергии 2. Поток энергии 3. Численный метод 4. Упругое тело 5. Упруго-пластическое тело 6. Один упруго-пластический аналог задачи Гриффитса 7. Вязкоупругое тело 8. Развитие полостей при конечных деформациях
Рост усталостных трещин	<ol style="list-style-type: none"> 1. Рост усталостных трещин 2. Подрастание трещины при монотонном нагружении 3. Рост усталостных трещин (теория) 4. Сравнение теории с опытными данными 5. Некоторые конкретные задачи 6. Пример расчета на ресурс длительной прочности при усталостном разрушении
Влияние внешней среды на рост трещин	<ol style="list-style-type: none"> 1. Влияние внешней среды на рост трещин 2. Влияние водорода и влаги на рост трещин в металлах (опытные данные)

	3. Рост трещин в металлах под действием водорода (теорий) 4. Адсорбционный эффект 5. Развитие коррозионных трещин (химическая коррозия под напряжением) 6. Электрохимический механизм роста трещин 7. Сравнительный анализ основных механизмов докритического роста трещин в металлах 8. Влияние воды на разрушение стекла и горных пород 9. Разрушение горящих порохов
Некоторые проблемы хрупкого разрушения	1. Разрушение при взрыве 2. Камуфлетный взрыв в сферической полости 3. Самоподдерживающееся разрушение 4. Теория огневого бурения 5. Разрушение при соударении хрупких тел 6. Масштабный эффект 7. Некоторые проблемы эрозии твердых тел в потоке жидкости или газа 8. Оптическое разрушение

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. Модели вязкого и хрупкого разрушения.	34	17	–	93	144
Введение в механику хрупкого разрушения	2	1	–	4	7
Задачи вязкоупругости	2	1	–	4	7
Комплексные потенциалы вязкоупругости и термовязкоупругости и их приложения к решению простейших задач	4	2	–	8	14
Задача вязкоупругости для многосвязной пластинки с жесткими включениями	4	2	–	8	14
Задача вязкоупругости для многосвязной пластинки с упругими включениями	4	2	–	8	14
Задача термовязкоупругости для пластинки с жесткими включениями	4	2	–	8	14
Прочность идеально-периодических структур	2	1	–	8	11
Сингулярные задачи теории упругости	2	1	–	8	11
Основные положения механики хрупкого разрушения	2	1	–	8	11
Некоторые общие вопросы механики разрушения	2	1	–	8	11
Рост усталостных трещин	2	1	–	8	11
Влияние внешней среды на рост трещин	2	1	–	8	11
Некоторые проблемы хрупкого разрушения	2	1	–	5	8
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОП	34	17	–	93	144

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

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1. Модели вязкого и хрупкого разрушения.

1. Уравнения равновесия и уравнения закона Гука в случае плоской задачи теории упругости анизотропного тела.
2. Как получается дифференциальное уравнение для функции Эйри и какой вид оно имеет.
3. Как вводятся комплексные потенциалы плоской задачи теории упругости анизотропного тела.
4. Приведите формулы для нахождения напряжений и перемещений через комплексные потенциалы.
5. Приведите граничные условия для определения комплексных потенциалов в случае первой и второй основных задач.
6. Какой вид имеют комплексные потенциалы в самом общем случае.
7. Каков общий вид комплексных потенциалов в случае пластинки с эллиптическими отверстиями.
8. Как решается задача для пластинки с отверстиями при использовании обобщенного метода наименьших квадратов.
9. Понятие напряжения, тензора напряжения.
10. Соотношения Коши для напряжений.
11. Дифференциальные уравнения равновесия упругого тела.
12. Нормальные напряжения, их выражения через основные напряжения.
13. Поверхности нормальных напряжений Коши
14. Главные нормальные напряжения, инварианты тензора напряжений.
15. Деформация по данному направлению.
16. Малые деформации, тензор деформаций.
17. Главные деформации, инварианты тензора деформаций и их геометрическая интерпретация.
18. Условия совместности Сен-Венана
19. Уравнения обобщенного закона Гука.
20. Уравнения закона Гука для частных случаев анизотропии.
21. Уравнения закона Гука для изотропного тела
22. Уравнения в перемещениях Навье-Ламе
23. Уравнения в напряжениях Бельтрами-Митчела.
24. Основные задачи теории упругости.
25. Упругий потенциал, различные его формы.
26. Теоремы Клайперона
27. Теорема о единственности упругого решения.
28. Теорема Бетти.
29. Принцип Кастильяно. Вариационные методы решения задач теории упругости.
30. Принцип Сен-Венана
31. Плоская деформация и обобщенное плоское напряженное состояние.
32. Функция напряжений, дифференциальное уравнение и граничные условия ее нахождения.
33. Комплексные потенциалы плоской задачи теории упругости изотропного тела.
34. Выражения для напряжений и перемещений. Граничные условия.
35. Выражения для главного вектора и главного момента внутренних усилий по дуге внутри тела.
36. Общий вид комплексных потенциалов для конечной и бесконечной многосвязной области
37. Метод рядов и его приложение к решению задачи Кирша и Ламе.
38. Схема решения задачи методом рядов задач для пластинки с двумя круговыми отверстиями

39. Схема решения задачи методом рядов задач для пластинки с периодической системой круговых отверстий
40. Схема решения задачи методом рядов задач для пластинки с двоякопериодической системой круговых отверстий.
41. Метод интегралов типа Коши в теории упругости. Решение методом интегралов типа Коши задачи для пластинки с эллиптическим отверстием
42. Решение задач методом коллокаций
43. Решение задач дискретным методом наименьших квадратов
44. Решение задач обобщенным методом наименьших квадратов

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.

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа в аудитории	5
	Самостоятельная работа	55
	Контрольные работы по практике	20
	Контрольная работа по теоретическому материалу	20
ИТОГО		100
Зачет		100
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 Главном корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Гурова, 6), в Учебно-практическом вычислительном центре ДонГУ (г. Донецк, пр. Гурова, 6, корпус 12).

Для проведения лекций требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской / сенсорным экраном / мультимедийный проектор с экраном и ноутбуком, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя.

Для проведения практических занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской / сенсорным экраном / мультимедийный проектор с экраном и ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя.

Для проведения лабораторных занятий требуется аудитория, оборудованная маркерной доской или сенсорным экраном / мультимедийный проектор с экраном и ноутбук, персональные компьютеры, 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 аудиториях Главного корпуса (ауд. 511, 605, 610).

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. Черепанов Г.П. Механика хрупкого разрушения / Г.П. Черепанов. – М.: Наука, 1974. – 640 с.
2. Арутюнян Н.Х. Расчет строительных конструкций с учетом ползучести / Н.Х. Арутюнян, А.А. Зевин. – М.: Стройиздат, 1988. – 336 с.
3. Бленд Д. Теория линейной вязкоупругости / Д. Бленд. – М.: Мир, 1965. – 197 с.
4. Бойл Дж.. Анализ напряжений в конструкциях при ползучести / Дж. Бойл, Дж. Спенс. – М.: Мир, 1986. – 360 с.
5. Ержанов Ж.С. Теория ползучести горных пород и ее приложения / Ж.С. Ержанов. – Алма-Ата: Наука, 1964. – 175 с.
6. Ильюшин А.А. Основы математической теории термо-вязко-упругости / А.А. Ильюшин, Б.Е. Победра. – М.: Наука, 1970. – 280 с.
7. Каминский А.А. Разрушение вязкоупругих тел с трещинами / А.А. Каминский. – К.: Наук. думка, 1990. – 310 с.

8. Качанов Л.М. Теория ползучести / Л.М. Качанов. – М.: Физматгиз, 1960. – 455 с.
 9. Кристенсен Р. Введение в теорию вязкоупругости / Р. Кристенсен. – М.: Мир, 1974. – 338 с.
 10. Мухелишвили Н.И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. 5-е изд. перераб. и доп. / Н.И. Мухелишвили. – М.: Наука, 1966. – 708 с.
 11. Победра Б.Е. Механика композиционных материалов / Б.Е. Победра. – М.: Изд-во МГУ, 1984. – 336 с.
 12. Работнов Ю.Н. Ползучесть элементов конструкций / Ю.Н. Работнов. – М.: Наука, 1966. – 752 с.
- 10.2. Дополнительная литература
1. Ботвина, Л. Р. Кинетика разрушения конструкционных материалов / Л. Р. Ботвина. - М. : Наука, 1989. - 230 с.
 2. Владимиров, В. И. Физическая природа разрушения материалов / В. И. Владимиров. - М. : Металлургия, 1984. - 280 с.
 3. Энгель, Л. Растровая электронная микроскопия / Л. Энгель, Г. Клингел. - М. : Металлургия, 1986. -232 с.
 4. Феллоуз, Дж. Фрактография и атлас фрактограмм / Дж. Феллоуз; перевод с англ. Е. А. Шура под ред. М. Л. Бернштейна. - М.: Металлургия, 1982. - 489 с.
 5. Бичем, К. Д. Микропроцессы разрушения / К. Д. Бичем. - М. : Мир, 1973. - Т. 1.-С. 265-275.
 6. Фрактодиагностика разрушения металлических материалов и конструкций / Г. В. Клевцов [и др.]. - М.: МИСиС, 2007. - 264 с. - ISBN 978-5-87623-176-5.
 7. Гуляев, А. П. Ударная вязкость и хладноломкость конструкционной стали / А. П. Гуляев. - М.: Машиностроение, 1969. - 69 с.
 8. Мороз, Л. С. Механика и физика деформаций и разрушения материалов / Л. С. Мороз. - Л.: Машиностроение, 1984. - 224 с.
 9. Хеллан, К. Введение в механику разрушения / К. Хеллан; пер. с англ. - М. : Мир, 1988.-364 с.
 10. Клевцов, Г. В. Пластические зоны и диагностика разрушения металлических материалов / Г. В. Клевцов. - М. : МИСиС, 1999. - 112 с. - ISBN 978-5-02-032647-7.
 11. Клевцова, Н. А. Разрушение аустенитных сталей и мартенситные превращения в пластических зонах / Н. А. Клевцова, О. А. Фролова, Г. В. Клевцов. - М. : Изд-во Академии Естествознания, 2005. - 155 с. - ISBN 5-7410-0677-9.

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).