

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

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

Физико-технический факультет
Кафедра физики неравновесных процессов метрологии и экологии
им. И.Л. Повха

УТВЕРЖДАЮ
проректор

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕПЛОФИЗИКА

Укрупненная группа направлений подготовки	20.00.00 Техносферная безопасность и природообустройство
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	20.03.01 Техносферная безопасность
Направленность (профиль) образовательной программы	Техносферная безопасность
Специализация	
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная, заочная

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

Донецк 2025

Рабочая программа дисциплины «Теплофизика» для обучающихся по направлению подготовки и 20.03.01 Техносферная безопасность (Профиль: Техносферная безопасность), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 25 мая 2020 г. N 680 (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 физики неравновесных процессов, метрологии и экологии им. И.Л. Повха,
канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр.

П. В. Асланов

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры физики неравновесных процессов метрологии и экологии им. И.Л. Повха
Протокол от 03.04.2025 г. № 16.

Заведующий кафедрой

П. В. Асланов

СОГЛАСОВАНО:

И.о. декана физико-технического факультета
16.04.2025 г.

С. А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета
Протокол от 16.04.2025 г. № 4.

Председатель

В.Н. Котенко

Руководитель основной образовательной программы, доц., канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр.
03.04.2025 г.

П. В. Асланов

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Высшая математика, Физика, Специальные главы математики, Инженерная и компьютерная графика, Метрология, стандартизация и сертификация, Химия, Специальные главы физики, Гидрогазодинамика.

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

Прикладная механика, Основы конструирования и САПР технических систем, Основы научных исследований, Теория горения и взрыва, Надежность технических систем и техногенный риск.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	20.03.01 Техносферная безопасность (Профиль: Техносферная безопасность)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.М6.4 Теплофизика
Часть образовательной программы	Базовая (обязательная) часть
Количество зачетных единиц / всего часов	4,5 / 162

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	2	4	32	16	32	82	162	зачёт
Заочная	3	5	6	4	6	146	162	зачёт

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Теплофизика» является формирование знаний в области основ физических моделей переноса теплоты и массы в неподвижных и движущихся средах, методов расчета потоков теплоты и массы, полей температуры, базирующимися на этих моделях, методов экспериментального изучения процессов теплообмена.

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

4.1. Компетенции

УК-8 Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов

ОПК-1 Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека

4.3 Результаты обучения

Знать:

3.1.1 - основные понятия, термины и определения, используемые в теории тепломассообмена;

3.1.2 - характер воздействия тепловых факторов на человека и технические системы, методы защиты от них применительно к сфере своей профессиональной деятельности.

Уметь:

3.2.1 формулировать задачи и производить тепловые расчеты при реализации экологических проектов в различных областях техники, самостоятельно работать с научно-технической литературой;

3.2.2 - использовать основные математические модели теории теплообмена для формализации задач обеспечения и управления безопасностью технологических процессов и производств;

3.2.3 - идентифицировать основные опасности, возникающие при эксплуатации теплотехнических систем и оценивать риск их реализации, выбирать методы защиты от опасностей применительно к сфере своей профессиональной деятельности

Владеть:

3.3.1 – способностью проводить расчеты теплофизических характеристик процессов, протекающих в конкретных технических устройствах, по существующим методикам с использованием справочной литературы;

3.3.2 – готовностью к участию в проведении теплофизического эксперимента и в обработке опытных данных;

3.3.3 – способностью проектировать узлы экспериментальных установок для изучения теплофизических свойств веществ и характеристик процессов тепло- и массообмена с использованием информационных технологий;

3.3.4 – способностью проводить выбор приборов и оборудования для замены в процессе эксплуатации экспериментальных установок и при модернизации стандартных теплообменных систем.

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1.	1.1. Теплота, работа, рабочее тело, термодинамический процесс /Лек/

<p>Основные понятия термодинамики и свойства рабочих тел</p>	<p>1.2 Основные параметры состояния, уравнение состояния, уравнение состояния идеального газа /Лек/ 1.3 Внутренняя энергия, энтальпия, работа (расширения, вытеснения, располагаемая), энтропия, теплоемкость /Лек/ 1.4 Определение температуры кипения воды в зависимости от давления /Лаб/ 1.5 Основные свойства газовых смесей. Газовая постоянная смеси газов. Средняя молекулярная масса смеси газов. Парциальные давления /Ср/</p>
<p>Раздел 2. Термодинамические процессы</p>	<p>2.1. Основные зависимости для термодинамических процессов, задачи исследования, PV- и TS-координаты /Лек/ 2.2 Основные термодинамические процессы: изотермический, изохорный, изобарный, адиабатный, политропный /Лек/ 2.3 Идеальный и реальный компрессор /Лек/ 2.4 Первый закон термодинамики в приложении к решению одного из видов технических задач /Лаб/ 2.5 Расчет изопроцессов идеальных газов /Пр/ 2.6 Массовая, объемная и мольная теплоемкости газов. Аналитические выражения для теплоемкостей C_v и C_p. Теплоемкость смеси идеальных газов. Энтропия. T-S диаграмма /Ср/</p>
<p>Раздел 3. Термодинамические циклы</p>	<p>3.1. Термодинамические циклы. Второй закон термодинамики /Лек/ 3.2 Термический КПД и холодильный коэффициент /Лек/ 3.3 Прямой и обратный циклы Карно, теорема Карно. /Лек/ 3.4 Изменения энтропии в обратимых и необратимых процессах. Обобщенный (регенеративный) цикл Карно. Максимальная работа. Эксергия /Ср/</p>
<p>Раздел 4. Основные понятия и определения. Теплопроводность</p>	<p>4.1. Способы передачи теплоты: теплопроводность, конвекция излучение /Лек/ 4.2 Тепловой поток, плотность теплового потока, термическое сопротивление /Лек/ 4.3 Температурное поле, градиент температур /Лек/ 4.4 Основной закон теплопроводности (закон Фурье), коэффициент теплопроводности /Лек/ 4.5 Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала /Лаб/ 4.6 Определение количества теплоты, плотности теплового потока, коэффициента теплопроводности /Пр/ 4.7 Контактное термическое сопротивление. Теплопроводность в телах сложной конфигурации. /Ср/</p>
<p>Раздел 5. Дифференциальное уравнение теплопроводности</p>	<p>5.1. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Коэффициент температуропроводности. /Лек/ 5.2 Краевые условия 1-го, 2-го, 3-го рода /Лек/ 5.3 Критический диаметр изоляции /Лек/</p>

	5.4 Обобщенное решение задач теплопроводности для плоской, цилиндрической и шаровой стенок /Ср/
Раздел 6. Конвективный теплообмен	6.1. Пограничный слой. Закон Ньютона-Рихмана, коэффициент теплоотдачи /Лек/ 6.2 Критериальные уравнения конвективного теплообмена, коэффициент теплопередачи /Лек/ 6.3 Некоторые частные случаи конвективного теплообмена /Лек/ 6.4 Определение коэффициента теплоотдачи α в зависимости от скорости среды /Лаб/ 6.5 Теплоотдача вертикального цилиндра при естественной конвекции /Лаб/ 6.6 Теплопередача через плоские и цилиндрические стенки /Пр/ 6.7 Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена. Подобие и моделирование процессов конвективного теплообмена /Ср/
Раздел 7. Теплообмен излучением	7.1 Основные понятия теплового излучения: плотность интегрального излучения, спектральная интенсивность излучения /Лек/ 7.2 Закон поглощения, закон Планка, закон Вина /Лек/ 7.3 Закон Стефана-Больцмана, закон Кирхгофа, закон Ламберта /Лек/ 7.4 Теплообмен излучением между телами. Экраны /Лек/ 7.5 Теплообмен излучением между телами, одно из которых находится внутри другого. Сложный теплообмен /Ср/
Раздел 8. Основы теплоэнергетики	8.1 Топливо и основы горения /Лек/ 8.2 Основные направления энергосбережения и охраны окружающей среды /Лек/ 8.3 Реакции горения и газификации. Кинетика химических реакций. Особенности горения газообразного топлива. Особенности горения жидкого топлива. Горение твердого топлива /Ср/
Раздел 9. Теплообменные и холодильные аппараты	9.1 Типы теплообменных аппаратов /Лек/ 9.2 Основные положения теплового расчета /Лек/ 9.3 Температурный напор /Лек/ 9.4 Термодинамические циклы холодильных аппаратов /Лек/ 9.5 Тепловой расчет теплообменных аппаратов /Пр/ 9.6 Расчет циклов холодильных машин /Пр/ 9.7 Гидромеханический расчет теплообменных аппаратов. Циклы парожеткорных и абсорбционных холодильных установок. Подготовка к зачету.
Раздел 10. Промежуточная аттестация	10.1 Прием зачета /ИКР/ 10.2 /КСР/

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС	Всего
Раздел 1. Основные понятия термодинамики и свойства рабочих тел	3	4		4	11
Раздел 2. Термодинамические процессы	3	4	8	6	21
Раздел 3. Термодинамические циклы	4			8	12
Раздел 4. Основные понятия и определения. Теплопроводность	4	4	8	6	22
Раздел 5. Дифференциальное уравнение теплопроводности	4			6	10
Раздел 6. Конвективный теплообмен	3	4	8	6	21
Раздел 7. Теплообмен излучением	4			6	10
Раздел 8. Основы теплоэнергетики	3			6	9
Раздел 9. Теплообменные и холодильные аппараты	4		8	32	44
Раздел 10. Промежуточная аттестация				2	2
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР /курс	32	16	32	82	162

6.2. Форма обучения – заочная, курс – 3, семестр – 5

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС	Всего
Раздел 1. Основные понятия термодинамики и свойства рабочих тел	0,5	1		9,5	11
Раздел 2. Термодинамические процессы	0,5	1	1,5	18	21
Раздел 3. Термодинамические циклы	1			11	12
Раздел 4. Основные понятия и определения. Теплопроводность	1	1	1,5	18,5	22
Раздел 5. Дифференциальное уравнение теплопроводности	1			9	10
Раздел 6. Конвективный теплообмен	0,5	1	1,5	18	21
Раздел 7. Теплообмен излучением	0,5			9,5	10
Раздел 8. Основы теплоэнергетики	0,5			8,5	9
Раздел 9.	0,5		1,5	42	44

Теплообменные и холодильные аппараты					
Раздел 10.				2	2
Промежуточная аттестация					
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР /курс	6	4	6	146	162

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

7.1 Перечень вопросов для промежуточной аттестации

1. Теплота, рабочее тело.
2. Термодинамический процесс, основные параметры состояния.
3. Уравнение состояния, уравнение состояния идеального газа.
4. Внутренняя энергия, энтальпия. Первый закон термодинамики.
5. Работа (расширения, вытеснения, располагаемая).
6. Энтропия, теплоемкость.
7. Изотермический, изохорный процессы.
8. Изобарный, адиабатный процессы.
9. Политропный процесс.
10. Термодинамические циклы. Второй закон термодинамики.
11. Термический КПД и холодильный коэффициент.
12. Прямой и обратный циклы Карно, теорема Карно.
13. Способы передачи теплоты: теплопроводность, конвекция излучение.
14. Тепловой поток, плотность теплового потока, термическое сопротивление.
15. Температурное поле, градиент температур.
16. Основной закон теплопроводности (закон Фурье), коэффициент теплопроводности.
17. Краевые условия 1-го, 2-го, 3-го рода.
18. Критический диаметр изоляции.
19. Закон Ньютона-Рихмана, коэффициент теплоотдачи.
20. Основные понятия теплового излучения: плотность интегрального излучения, спектральная интенсивность излучения
21. Закон поглощения, закон Планка, закон Вина.
22. Закон Стефана-Больцмана, закон Кирхгофа, закон Ламберта.
23. Теплообмен излучением между телами.
24. Топливо и основы горения.
25. Типы теплообменных аппаратов
26. Основные положения теплового расчета.
27. Циклы холодильных машин.

7.2. Темы письменных работ (типы задач)

Темы контрольных работ:

1. Основные понятия и определения.
2. Термодинамические свойства и процессы реальных газов и паров.
3. Термодинамика потока газов и паров.
4. Анализ циклов теплосиловых установок.

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

7.3. Перечень видов оценочных средств

1. Контрольные вопросы к зачету

- 2.Контрольная работа.
- 3.Практические работы.
- 4.Лабораторные работы.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже.

Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

Самостоятельная работа оценивается на основе предоставленных на проверку выполненных домашних, индивидуальных заданий с учетом своевременности их предоставления и соответствия требованиям к их выполнению.

Количество баллов за контрольную работу вычисляется как сумма баллов за все входящие в её состав задания. Каждое задание оценивается исходя из максимально возможного количества баллов с учетом правильности выполнения задания, полноты приводимых обоснований.

По результатам работы в семестре обучающийся, набравший не менее 60 баллов, имеет право получить оценку. Те, кто претендует на более высокий балл, проходят промежуточную аттестацию. Максимальное количество баллов на промежуточной аттестации – 100. Общее количество баллов за семестр вычисляется как максимальная из полученных за семестр и на промежуточной аттестации и выставляется согласно принятому порядку.

8.1.Семестр 4 очная форма обучения

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1-9	Организационно-учебная работа в аудитории	35
	Самостоятельная работа	15
	Контрольная работа по теоретическому материалу	10
ИТОГО		60
Зачёт		40
Общий итог за семестр		100

8.2.Семестр 5 заочная форма обучения

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1-9	Организационно-учебная работа в аудитории	15
	Самостоятельная работа	35
	Контрольная работа по теоретическому материалу	10
ИТОГО		60
Зачёт		40
Общий итог за семестр		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет

90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в 4-м учебном корпусе университета по адресу: 83001, г. Донецк, пр. Театральный, д. 13, учебный корпус №4, ауд. 260 - учебная лаборатория прикладной экологии №1, 261 - учебно-исследовательская лаборатория прикладной экологии №2 (аналитическая), 231 - учебная лаборатория компьютерных технологий;

Для проведения лекционных и практических занятий используется учебная лаборатория прикладной экологии №1, учебно-исследовательская лаборатория прикладной экологии №2, учебно-исследовательская лаборатория прикладной экологии №2 оборудованные маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя. Выход в Интернет проводной или с использованием Wi-Fi, 5 ед. ПК с выходом в сеть и 1 ед. ПК с выходом в сеть (резерв).

В учебной лаборатории прикладной экологии №1 имеются также

- атомно-адсорбционный спектрофотометр С-115 ПК;
- атомно-адсорбционный спектрофотометр С-600;
- спектрофотометр «SHIMADZU»;
- фотоэлектроколориметр
- КФК-2;
- весы торсионные;
- вискозиметрическая установка;
- ареометры общего назначения;
- газоопределители ГХ;
- рН-метр;
- термостаты.

В учебно-исследовательской лаборатории прикладной экологии №2 находятся: стенд для проведения гидродинамических исследований и наклонная гидродинамическая установка.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методических кабинетах 4-го (ауд.258) учебного корпуса, материально-техническая база учебных лабораторий кафедры «Физики неравновесных процессов, метрологии и экологии им. И.Л. Повха».

В процессе обучения студенты имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине «Теплофизика», размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». С использованием ресурсов платформы дистанционного образования также осуществляется текущий контроль знаний студентов на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

10. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

10.1. Основная литература

1. Болонов, Н. И. Модели абиотических компонент экосистемы: учеб. пособие. Ч. 2: Статика атмосферы и океана / Н. И. Болонов, Т. Н. Фадеева; Донецкий нац. ун-т. - Донецк: ДонГУ, 2007. - 125 с.

2. Свободноконвективные течения, тепло- и массообмен : В 2 кн. Кн. 1 / Б. Гебхард, Й. Джалурия, Р. Л. Махаджан и др. ; пер. с англ.: С. Л. Вишневецкий и др. ; под ред. О. Г. Мартыненко. – М.: Мир, 1991. – 679 с.
3. Свободноконвективные течения, тепло- и массообмен : В 2 кн. Кн. 2 / Б. Гебхард, Й. Джалурия, Р. Л. Махаджан и др. ; пер. с англ.: В. Ф. Алымов и др. ; под ред. О. Г. Мартыненко. – М.: Мир, 1991. – 528 с.
4. Болонов, Н. И. Магнитная гидродинамика: Текст лекций. Ч. 1 / Донецкий гос. ун-т.; Н. И. Болонов. – Донецк, 1975. – 44 с.
5. Себиси, Т. Конвективный теплообмен: физ. основы и вычисл. методы / Т. Себиси, П. Брэдшоу; Пер. с англ. С. С. Ченцова, В. А. Хохрякова; Под ред. У. Г. Пирумова. – М.: Мир, 1987. – 590 с.
6. Лойцянский, Л. Г. Механика жидкости и газа: (Учеб. для вузов по специальности «Механика») / Л. Г. Лойцянский. – 4-е изд. – М.: Наука, 1973. – 847 с.
7. Повх, И. Л. Техническая гидромеханика: / И. Л. Повх. – 2-е изд. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1976. – 502 с.
8. Прандтль, Л. Гидроаэромеханика / Л. Прандтль. – 2-е изд. – М.: НИЦ «Регуляр. и хаотич. динамика»; Ижевск, 2000. – 576 с.
9. Луканин, В. Н. Теплотехника: учеб. для студентов техн. спец.вузов М.: Высш. шк., 2003
10. Теплотехника: [учебник] М.: Высш. шк., 2008
11. Бабенков, Ю.И., Озерский, А.И. Теоретические основы теплотехники: учеб. пособие Ростов н/Д.: ИЦ ДГТУ, 2010

10.2. Дополнительная литература

1. Болонов Н. И. Методические указания к изучению спецкурса «Основы геофизической гидродинамики». – Донецк: ДонНУ. – 1991 г. – 72 с.
2. Бай Ши-и. Магнитная гидродинамика и динамика плазмы. – Москва: Мир. – 1964 г. – 304 с.
3. Монин А. С. Теоретические основы геофизической гидродинамики. – Л.: Гидрометеиздат. – 1988 г. – 424 с.
4. Бруцкий Е. В. Теория атмосферной диффузии радиоактивных выбросов. – Киев. – 2000 г. – 444 с.
5. Антикайн, П.А., Аронович, М.С. Рекуперативные теплообменные аппараты Москва|Ленинград: Гос. энергетическое изд-во, 1962
6. Хащенко, А.А. Техническая термодинамика и теплотехника: практикум Ставрополь: СКФУ, 2017
7. Арутюнов, В.А., Крупенников, С.А. Теплофизика и теплотехника. Теплофизика: учебное пособие Москва: Издательский Дом МИСиС, 2010
8. Арутюнов, В.А., Капитанов, В.А. Теплофизика, теплотехника, теплообмен. Механика жидкостей и газов: практикум Москва: Издательский Дом МИСиС, 2007
9. Бутова, С.В., Воронцов, В.В. Тепло- и хладотехника: учебное пособие Воронеж: Воронежский Государственный Аграрный Университет им. Императора Петра Первого, 2016

11. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Российская государственная библиотека (ФГБУ РГБ).** – URL: <http://rsl.ru> – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru>. – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
3. **Российская национальная библиотека.** – URL: <http://nlr.ru> – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

4. **Библиотека академии наук.** – URL: <http://benran.ru> – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
5. **Библиотека по естественным наукам РАН.** – URL: <http://viniti.ru> – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
6. **Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ).** – URL: <http://gpntb.ru> – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
7. **Электронный каталог** Научной библиотеки Донецкого государственного университета. – Донецк: НБ ДонГУ, – URL: <http://catalog.donnu.education>. – – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.
8. **Электронно-библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016– URL: <http://library.donnu.ru/> – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
9. **Электронный архив ДонГУ:** раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> – Режим доступа: свободный.
10. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»:** сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014 – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
11. Электронно-библиотечная система **«Лань»:** [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
12. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

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).