

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Левихин А.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ИНЖЕНЕРНЫЕ МЕТОДИКИ РАБОТЫ В ПРИКЛАДНЫХ ПАКЕТАХ

Направление/специальность подготовки	24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Стартовые и технические комплексы ракет и космических аппаратов
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космическая техника
Выпускающая кафедра	А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	8	3	108	52	0	26	26	56	0	0	56	зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

**24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика**

год набора группы: 2026

Программу составил:

Кафедра А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И \_\_\_\_\_  
КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Бакулев Владимир Леонидович, д.ф.-м.н., доцент

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И  
КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Маштаков А.П., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Маштаков А.П., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ИНЖЕНЕРНЫЕ МЕТОДИКИ РАБОТЫ В ПРИКЛАДНЫХ ПАКЕТАХ**

## **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-3.2 — Способен проводить расчетную и экспериментальную обработку динамики и прочности конструкций изделий ракетно-космической техники

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПК-3.2**

*знания:*

- на уровне представлений знать о видах, задачах и месте тепловых расчетов в процессе инженерного анализа и проектирования систем температурно-влажностного режима, их устройстве и принципах действия, о способах анализа систем температурно-влажностного режима;
- на уровне понимания знать задачи, решаемые системами температурно-влажностного режима, физические процессы, происходящие при функционировании;

*умения:*

- теоретические: использование основных законов теплопередачи и методов расчета тепловых процессов и теплообменников, составление математических моделей систем температурно-влажностного режима, выбор теплового оборудования под цели и задачи разрабатываемой системы;
- практические: использование полученных знаний для проведения инженерных расчетов, численного и структурного анализа систем температурно-влажностного режима, применение современных пакетов для решения задач анализа теплообменного оборудования;

*навыки:*

- составление математических моделей тепловых процессов и систем температурно-влажностного режима;
- численный анализ математических моделей систем температурно-влажностного режима с использованием современных средств программного обеспечения;
- конечно-объемный анализ тепловых характеристик элементов систем температурно-влажностного режима с использованием современных средств программного обеспечения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ИНЖЕНЕРНЫЕ МЕТОДИКИ РАБОТЫ В ПРИКЛАДНЫХ ПАКЕТАХ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПУСКА, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ПК-3.1 — Способен проводить эксплуатацию комплексов и систем заправки ракет-носителей, разгонных блоков и космических аппаратов компонентами ракетного топлива
- ПК-3.2 — Способен проводить расчетную и экспериментальную отработку динамики и прочности конструкций изделий ракетно-космической техники

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПК-3.2
4	8	Раздел 1. Вводные сведения по теплообмену. Введение. Теплопередача. Конвективный теплообмен. Вынужденная и естественная конвекция. Тепловое излучение. Фазовые переходы.	42	16	8	8	26	40
4	8	Раздел 2. Конструктивные элементы тепловых систем. Воздуховоды Теплообменные аппараты Тепловой режим электроаппаратуры Устройство кондиционера.	33	18	9	9	15	30
4	8	Раздел 3. Обеспечение температурно-влажностного режима. Общие сведения о системах температурно-влажностного режима Вентиляция и кондиционирование воздуха в помещениях Термостатирование агрегатов в стартовых системах.	33	18	9	9	15	30
Всего за 8 семестр			108	52	26	26	56	100
Всего по дисциплине			108	52	26	26	56	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Вводные сведения по теплообмену.	Ansys Workbench: общие сведения. Design Modeler: общие сведения, построение расчетной геометрии для плоской стенки; Meshing: общие сведения, построение различных расчетных сеток для плоской стенки, критерии качества; Fluent: общее сведение, создание расчетной модели для оценки параметров теплопроводности плоской стенки, анализ результатов (в том числе в CFD-Post);	4
2		Python в среде Jupyter Notebook: общие сведения, реализация аналитического решения для теплопроводности плоской пластины, сравнение результатов с аналогичным расчетом в Ansys Fluent	4
3	Раздел 2. Конструктивные элементы тепловых систем.	Воздуховоды вентиляционных систем. Гидравлические потери и подбор вентиляторов. Расчет воздуховода в Python и в Ansys Fluent	2
4		Теплообменники. Виды теплообменников. Радиаторы для естественной и вынужденной конвекции. Расчет радиатора в Python и в Ansys Fluent	2
5		Источники тепла в электроаппаратах. Способы отвода тепла. Алгоритм проведения расчетов. Тепловой расчет электроаппарата в Python и в Ansys Fluent	2
6		Принцип работы кондиционера. i-d диаграмма влажного воздуха. Расчет кондиционера в Python	3
7	Раздел 3. Обеспечение температурно- влажностного режима.	Описание работы и виды СТБР. Этапы разработки СТБР для стартовых систем. Расчет вентиляции помещения в Python	5
8		Тепловая инерция и термостатирование агрегатов в стартовых системах. Расчет термостатирования в Python и в Ansys Fluent	4
Всего за 8 семестр			26

#### 3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Вводные сведения по	Виды естественной конвекции. Ламинарный и турбулентный режимы течения потока. Критерии Грасгофа. Определение	8

	теплообмену.	коэффициента теплопередачи цилиндра в Python и в Ansys Fluent	
2	Раздел 2. Конструктивные элементы тепловых систем.	Теплопроводность. Закон Фурье. Термическое сопротивление. Передача тепла через плоскую и цилиндрическую стенку. Многослойные стенки. Определение теплового потока для многослойной стенки в Python и в Ansys Fluent	9
3	Раздел 3. Обеспечение температурно-влажностного режима.	Испарение, кипение и конденсация. Плавление и затвердевание. Обледенение. Способы защиты от обледенения.	9
<b>Всего за 8 семестр</b>			26

### 3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Вводные сведения по теплообмену.	Домашнее задание 1	13
2		Домашнее задание 2	13
3	Раздел 2. Конструктивные элементы тепловых систем.	Домашнее задание 3	15
4	Раздел 3. Обеспечение температурно-влажностного режима.	Домашнее задание 4	15
<b>Всего за 8 семестр</b>			56

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8		ТекК	ДЗ, ЛР		ДЗ	ДР	ТекК, ЛР	ДЗ		ДР	ДЗ	ТекК, ЛР	Вопр. Зач, зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- ДЗ – домашнее задание;
- Вопр. Зач – вопросы к зачету;
- ЛР – лабораторная работа;
- зач. – зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- домашнее задание;
- вопросы к зачету;
- лабораторная работа.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Теплопередача в двухфазном потоке. М.: Энергия, 1980, 6 экз.
2. А. П. Маштаков. . Физические основы пуска. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, 15 экз.
3. В. Б. Синильщиков. . Динамика конструкций. Приближённые и аналитические методы. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009, эл. рес.
4. В. В. Сахин, В. П. Шалимов. . Теплопередача. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003, эл. рес.
5. С. С. Кутателадзе. . Основы теории теплообмена. М.: Атомиздат, 1979, 23 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. . Газодинамика и теплообмен. Термодинамика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, 1 экз.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <https://urait.ru/> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов..

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.



## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Практические занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Лабораторные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ИНЖЕНЕРНЫЕ МЕТОДИКИ РАБОТЫ В ПРИКЛАДНЫХ ПАКЕТАХ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космическая техника БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-3.2 Способен проводить расчетную и экспериментальную отработку динамики и прочности конструкций изделий ракетно-космической техники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с проектированием элементов, агрегатов и аппаратуры стартовых систем, обеспечивающих создание и поддержание температурно-влажностного режима.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- домашнее задание;
- вопросы к зачету;
- лабораторная работа.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены практические занятия (**26 ч.**), лабораторный практикум (**26 ч.**), самостоятельная работа студента (**56 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 52 ч. аудиторных занятий, и 56 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Вводные сведения по теплообмену.</b>		
Домашнее задание 1	А. П. Маштаков. . Физические основы пуска: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (1)	13
Домашнее задание 2	В. Б. Синильщиков. . Динамика конструкций. Приближённые и аналитические методы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (1)	13
Итого по разделу 1		26
<b>Раздел 2. Конструктивные элементы тепловых систем.</b>		
Домашнее задание 3	. Гидрогазодинамика и теплообмен. Термодинамика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (2) С. С. Кутателадзе. . Основы теории теплообмена: М.: Атомиздат, 1979 (2) А. П. Маштаков. . Физические основы пуска: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (2,3)	15
Итого по разделу 2		15
<b>Раздел 3. Обеспечение температурно-влажностного режима.</b>		
Домашнее задание 4	. Теплопередача в двухфазном потоке: М.: Энергия, 1980 (3) В. В. Сахин, В. П. Шалимов. . Теплопередача: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003 (3)	15
Итого по разделу 3		15

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- домашнее задание;
- лабораторная работа;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к зачету;
- зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Домашнее задание

Все материалы по домашним заданиям представлены в УМК для дисциплины.

#### Лабораторная работа

Отчет по лабораторной работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном для отчета по лабораторной работе. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. Верные ответы на более 50% вопросов является защитой лабораторной работы.

Перечень вопросов к лабораторным работам представлен в УМК дисциплины.

#### Вопросы для текущего контроля

Вопросы текущего контроля предназначены для контроля текущей успеваемости студентов и их самоконтроля. Перечень вопросов по разделу представлен в УМК дисциплины.

#### Вопросы к зачету

Перечень вопросов представлен в УМК для дисциплины.

#### Зачет

Зачет по дисциплине проходит в форме устного собеседования и ответов на вопросы преподавателя. Допуском к сдаче зачета является выполнение практических заданий и успешное прохождение коллоквиума, предусмотренных программой дисциплины. Правильные ответы на более 50% вопросов является основанием для получения студентом зачета по дисциплине.

Перечень вопросов к зачету входит в состав УМК дисциплины.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПК-3.2	
4	8	Раздел 1. Вводные сведения по теплообмену.	42	16	8	8	26	40	Домашнее задание, Лабораторная работа
4	8	Раздел 2. Конструктивные элементы тепловых систем.	33	18	9	9	15	30	Вопросы для текущего контроля, Домашнее задание, Лабораторная работа
4	8	Раздел 3. Обеспечение температурно-влажностного режима.	33	18	9	9	15	30	Вопросы для текущего контроля, Домашнее задание, Вопросы к зачету, Лабораторная работа
Всего за 8 семестр			108	52	26	26	56	100	
Всего по дисциплине			108	52	26	26	56	100	

**Оценочные материалы по дисциплине ИНЖЕНЕРНЫЕ МЕТОДИКИ РАБОТЫ В ПРИКЛАДНЫХ ПАКЕТАХ**

**ПК-3.2 - Способен проводить расчетную и экспериментальную отработку динамики и прочности конструкций изделий ракетно-космической техники**

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
При контакте влажного воздуха в помещении со стенкой произошло образование наледи. При каких условиях такое могло произойти?
- № 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
При увеличении абсолютной температуры поверхности твердого тела в два раза тепловой поток вследствие лучистого теплообмена:
1. не увеличится
  2. увеличится в два раза
  3. увеличится в четыре раза
  4. увеличится в 16 раз
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
При увеличении разницы температур между поверхностью горизонтальной пластины и располагающимся выше воздухом в два раза тепловой поток вследствие естественной конвекции:
1. не изменится
  2. увеличится в два раза
  3. увеличится более чем в два раза
  4. уменьшится
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
При увеличении толщины однородной стенки в два раза, уменьшении теплопроводности в два раза и увеличении площади стенки в четыре раза термическое сопротивление стенки
1. не изменится
  2. увеличится в два раза
  3. увеличится в 4 раза
  4. увеличится в 8 раз
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Дана трехслойная стенка. Что приведет к увеличению общего термического сопротивления?
1. добавление четвертого слоя
  2. изменение материала второго слоя на более теплопроводный материал
  3. изменение материала третьего слоя на менее теплоемкий
  4. увеличение толщины первого слоя
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Дана трехслойная стенка, внешняя и внутренняя поверхность которой находится в контакте с воздухом. Что приведет к увеличению теплового потока через стенку?
1. уменьшение разницы температур воздуха по обе стороны от стенки

2. увеличение скорости воздуха на 1 м/с

3. уменьшение толщины стенки

4. добавление четвертого слоя в стенку

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Дана трехслойная стенка, внешняя и внутренняя поверхность которой находится в контакте с покоящимся воздухом, температура воздуха, контактирующая с внутренней поверхностью стенки меньше, чем контактирующей со внешней. Что приведет к увеличению теплового потока через стенку?

1. давление инсоляции на внешнюю стенку

2. добавление мостика холода с высокой теплопроводностью

3. добавление четвертого слоя в стенку

4. увеличение толщины каждого слоя стенки

№ 8 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

В каком элементе холодильной машины происходит охлаждение окружающего среды и объясните принцип работы данного элемента.

№ 9 Прочитайте текст и установите соответствие

Формула

Название

1.

$$\rho v X / \mu$$

Г. Число Прандтля

2.

$$\alpha X / \lambda$$

В. Число Грасгофа

3.

$$(g \beta \rho^2 X^3 \Delta T) / \mu^2$$

А. Число Рейнольдса

4.

$$(\mu c_p) / \lambda$$

Б. Число Нусельта

№ 10 Прочитайте текст и установите соответствие

Термин

Определение

1. Удельная теплоемкость

А. Свойство жидкости, действующее как сопротивление течению жидкости

2. Динамическая вязкость

Б. Свойство теплопередачи, характеризующее тепловой поток, проходящий через единицу площади при разности температуры между поверхностью тела и омывающей ее жидкостью в один градус

3. Коэффициент теплоотдачи	В. Свойство материала, характеризующее количество тепла, необходимого для повышения температуры единицы массы материала на один градус
4. Коэффициент теплопроводности	Г. Свойство материала, характеризующее количество тепла, передаваемого в единицу времени через единицу площади поверхности при единичном температурном градиенте

№ 11 Прочитайте текст и установите последовательность

Этапы проведения расчета теплового потока при вынужденной конвекции. Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо.

1. Расчет числа Нусельта
2. Расчет коэффициента теплоотдачи
3. Расчет числа Рейнольдса
4. Определение теплового потока
5. Определение типа течения: ламинарное или турбулентное

№ 12 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите последовательность внутренних слоев турбулентного пограничного слоя по мере удаления от стенки.

1. Область дефекта скорости
2. Область перемежаемости
3. Переходная область
4. Вязкий подслой
5. Логарифмическая область