

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ Левихин А.А.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ СТАРТОВЫХ СИСТЕМ

Направление/специальность подготовки	24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Наземное технологическое оборудование стартовых систем
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
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	
6	11	4	144	85	0	0	85	59	0	0	59	ЭКЗ.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика

год набора группы: 2025

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 Андреев О.В., к.т.н. _____

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Заведующий кафедрой Андреев О.В., к.т.н. _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ СТАРТОВЫХ СИСТЕМ

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-8.1 — Способен проводить обработку данных по результатам цифрового моделирования различных процессов, в том числе применять системы автоматизированного инженерного анализа для получения требуемых данных, при функционировании элементов и узлов стартовых систем, комплексов и изделий РКТ

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-8.1

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 **СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ СТАРТОВЫХ СИСТЕМ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте
- ОПК-6 — Способен анализировать, систематизировать и обобщать информацию о современном состоянии и перспективах развития ракетно-космической техники

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 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	Практические занятия		ПК-8.1
6	11	Раздел 1. Общие сведения по теплообмену. Введение. Теплопередача Конвективный теплообмен. Вынужденная и естественная конвекция. Тепловое излучение Фазовые переходы.	70	40	40	30	40
6	11	Раздел 2. Элементы тепловых систем. Воздуховоды Теплообменные аппараты Тепловой режим электроаппаратуры Устройство кондиционера.	39	24	24	15	30
6	11	Раздел 3. Системы температурно-влажностного режима. Общие сведения о системах температурно-влажностного режима Вентиляция и кондиционирование воздуха в помещениях Термостатирование агрегатов в стартовых системах.	35	21	21	14	30
Всего за 11 семестр			144	85	85	59	100
Всего по дисциплине			144	85	85	59	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Общие сведения по теплообмену.	Виды естественной конвекции. Ламинарный и турбулентный режимы течения потока. Критерии Грасгофа. Определение коэффициента теплопередачи цилиндра в Python и в Ansys Fluent	6
2		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: общие сведения, создание расчетной модели для оценки параметров теплопроводности плоской стенки, анализ результатов (в том числе в CFD-Post);	8
3		Python в среде Jupyter Notebook: общие сведения, реализация аналитического решения для теплопроводности плоской пластины, сравнение результатов с аналогичным расчетом в Ansys Fluent	6
4		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	6
5		Введение в конвективный теплообмен. Виды вынужденной конвекции. Пограничный слой. Коэффициент теплопередачи. Критерий Нуссельта. Ламинарный и турбулентный режимы течения потока. Критерии Рейнольдса. Определение коэффициента теплопередачи при обтекании плоской пластины в Python и в Ansys Fluent	6
6		Абсолютно черное тело. Закон Стефана-Больцмана. Степень черноты. Коэффициенты поглощения, отражения и рассеяния. Солнечное излучение. Определение лучистого теплового потока между концентрическими сферами в Python и в Ansys Fluent	4
7	Раздел 2. Элементы тепловых систем.	Испарение, кипение и конденсация. Плавление и затвердевание. Обледенение. Способы защиты от обледенения.	4
8		Воздуховоды вентиляционных систем. Гидравлические потери и подбор вентиляторов. Расчет воздуховода в Python и в Ansys Fluent	6
9		Теплообменники. Виды теплообменников. Радиаторы для естественной и вынужденной конвекции. Расчет радиатора в Python и в Ansys Fluent	6
10		Источники тепла в электроаппаратах. Способы отвода тепла. Алгоритм проведения расчетов. Тепловой расчет электроаппарата в Python и в Ansys Fluent	6

11		Принцип работы кондиционера. i-d диаграмма влажного воздуха. Расчет кондиционера в Python	6
12	Раздел 3. Системы температурно-влажностного режима.	Описание работы и виды СТВР. Этапы разработки СТВР для стартовых систем. Расчет вентиляции помещения в Python	11
13		Тепловая инерция и термостатирование агрегатов в стартовых системах. Расчет термостатирования в Python и в Ansys Fluent	10
Всего за 11 семестр			85

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Общие сведения по теплообмену.	Домашнее задание 1	15
2		Домашнее задание 2	15
3	Раздел 2. Элементы тепловых систем.	Домашнее задание 3	15
4	Раздел 3. Системы температурно-влажностного режима.	Домашнее задание 4	14
Всего за 11 семестр			59

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
11		ТекК	ДЗ			ДР	ТекК	ДЗ		ДР		ТекК	ДЗ			ДР	Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- ДЗ – домашнее задание;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

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

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

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

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/> — Главная – 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 - 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:

1. Интерактивная доска.

6.2. 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 **СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ СТАРТОВЫХ СИСТЕМ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-8.1 Способен проводить обработку данных по результатам цифрового моделирования различных процессов, в том числе применять системы автоматизированного инженерного анализа для получения требуемых данных, при функционировании элементов и узлов стартовых систем, комплексов и изделий РКТ.

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 экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены практические занятия (**85 ч.**), самостоятельная работа студента (**59 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 85 ч. аудиторных занятий, и 59 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.
Раздел 1. Общие сведения по теплообмену.		
Домашнее задание 1	А. П. Маштаков. . Физические основы пуска: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (1)	15
Домашнее задание 2	В. Б. Синильщиков. . Динамика конструкций. Приближённые и аналитические методы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (1)	15
Итого по разделу 1		30
Раздел 2. Элементы тепловых систем.		
Домашнее задание 3	С. С. Кутателадзе. . Основы теории теплообмена: М.: Атомиздат, 1979 (2) . Гидрогазодинамика и теплообмен. Термодинамика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (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
Раздел 3. Системы температурно-влажностного режима.		
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)	14
Итого по разделу 3		14

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- домашнее задание;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к экзамену;
- экзамен.

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.

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 экзамену

Перечень экзаменационных вопросов представлен в УМК для дисциплины.

Экзамен

Допуском к сдаче экзамена является выполнение всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий рабочей программы дисциплины.

Экзамен проводится в форме устных ответов на вопросы экзаменационного билета. Оценка за экзамен выставляется по результатам выполнения всех домашних работ и ответов на 1 вопрос экзаменационного билета и возможные дополнительные вопросы:

«отлично» - полный ответ на 1 вопрос билета и выполнение и сдача всех заданий;

«хорошо» - незначительные замечания на ответы по 1 основному вопросу и незначительные замечания при сдаче заданий;

«удовлетворительно» - неполный ответ на 1 вопрос билета и замечания при сдаче заданий;

«неудовлетворительно» - неполный ответ на один вопрос билета, отсутствие выполнения заданий.

Перечень экзаменационных вопросов представлен в УМК для 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	Практические занятия		ПК-8.1	
6	11	Раздел 1. Общие сведения по теплообмену.	70	40	40	30	40	Домашнее задание
6	11	Раздел 2. Элементы тепловых систем.	39	24	24	15	30	Вопросы для текущего контроля, Домашнее задание
6	11	Раздел 3. Системы температурно-влажностного режима.	35	21	21	14	30	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к экзамену, Домашнее задание
Всего за 11 семестр			144	85	85	59	100	
Всего по дисциплине			144	85	85	59	100	

Оценочные материалы по дисциплине СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ СТАРТОВЫХ СИСТЕМ

ПК-8.1 - Способен проводить обработку данных по результатам цифрового моделирования различных процессов, в том числе применять системы автоматизированного инженерного анализа для получения требуемых данных, при функционировании элементов и узлов стартовых систем, комплексов и изделий РКТ

- № 1 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
- № 2 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
- № 3 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
- № 4 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
- № 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 и установите соответствие

Формула	Название
1. $\frac{\rho c_p \delta}{\lambda}$	Г. Число Прандтля
2. $\frac{\rho c_p \delta}{\lambda}$	В. Число Грасгофа
3. $(g \rho \beta \Delta T \delta^3) / \nu^2$	А. Число Рейнольдса
4. $(\rho c_p \delta) / \lambda$	Б. Число Нусельта

№ 7 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

№ 8 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

№ 9 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

При контакте влажного воздуха в помещении со стенкой произошло образование наледи. При каких условиях такое могло произойти?

№ 10 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

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

№ 11 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

№ 12 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