

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 Юнаков Л. П.
 (подпись) ФИО
 «___» _____ 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: 2024

Программу составил:

Кафедра А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И _____
КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Маштаков Андрей Павлович, к.т.н., доцент

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

Заведующий кафедрой Долбенков В.Г., к.т.н., снс _____

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Заведующий кафедрой Долбенков В.Г., к.т.н., снс _____

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:

ПСК-8.1 — способность 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:

ПСК-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: **ОПТИМИЗАЦИЯ В СРЕДЕ МАТЛАВ, 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-5 — Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники, включая управление проектами создания новых образцов техники и утилизации устаревших
- ОПК-6 — Способен анализировать, систематизировать и обобщать информацию о современном состоянии и перспективах развития ракетно-космической техники
- ПСК-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

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		ПСК-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		Испарение, кипение и конденсация. Плавление и затвердевание. Обледенение. Способы защиты от обледенения.	4
8	Раздел 2. Элементы тепловых систем.	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/> — 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*:

ПСК-8.1 способность 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		ПСК-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		

Критерии оценивания

ПСК-8.1

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Какая система создает требуемые условия микроклимата для хранения, термостатирования, эксплуатации или проведения технологических процессов стартовых комплексов?
- № 2 Коэффициент теплопроводности – это ...
- № 3 Если известны термические сопротивления каждого слоя многослойной стенки, то общее термическое сопротивление многослойной стенки равно...
- № 4 Температурный мост – это...?
- № 5 Какая сила является причиной движения жидкости при естественной конвекции?
- № 6 Какой критерий подобия представлен отношением подъемной силы к силе вязкости?
- № 7 Критерий Нуссельта – это...?
- № 8 Степень черноты – это...?
- № 9 Как называется процесс, при котором поглощение или выделение тепла происходит вследствие изменения агрегатного состояния вещества?
- № 10 В соответствии с законом Фурье вектор плотности теплового потока равен...
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Какие из нижеперечисленных задач входят в задачи СТБР:
- 1) обогрев при низких температурах наружного воздуха;
 - 2) охлаждение при высоких температурах наружного воздуха и инсоляции;
 - 3) рециркуляция воздуха и вентилирование помещения;
 - 4) обогрев при низких температурах наружного воздуха и охлаждение при высоких температурах наружного воздуха и инсоляции
- № 2 От каких параметров не зависит тепловой поток в соответствии с законом Фурье:
- 1) Коэффициент теплопроводности
 - 2) Коэффициент теплоемкости
 - 3) Градиент температуры
 - 4) Вязкость
- № 3 Какой критерий определяет переход от ламинарного течения к турбулентному:
- 1) Число Нуссельта
 - 2) Число Грасгофа
 - 3) Число Рейнольдса
 - 4) Число Прандтля
- № 4 Какое предположение верно:
- 1) Термическое сопротивление увеличивается при уменьшении коэффициента теплопроводности
 - 2) Термическое сопротивление увеличивается при увеличении коэффициента теплопроводности
 - 3) Термическое сопротивление увеличивается не зависит от коэффициента теплопроводности
 - 4) Ни одно из предположений не является верным
- № 5 От каких критериев зависит интенсивность вынужденной конвекции:

- 1) Число Маха и число Рейнольдса
- 2) Число Рейнольдса и число Прандля
- 3) Число Прандля и число Грасгофа
- 4) Число Маха и число Грасгофа
- № 6 Для нагретой горизонтальной пластины в условиях естественной конвекции тепловой поток будет больше:
- 1) На поверхности, ориентированной вверх
- 2) На поверхности, ориентированной вниз
- 3) Тепловой поток не зависит от ориентации поверхности
- 4) Ни один из ответов не является верным
- № 7 Число Рейнольдса не зависит от
- 1) Динамической вязкости
- 2) Плотности
- 3) Коэффициента теплопроводности
- 4) Термического сопротивления
- № 8 При каком режиме течения пограничного слоя потери полного давления больше:
- 1) При ламинарном течении
- 2) При турбулентном течении
- 3) Не зависит от типа течения
- 4) Ни один из ответов не является верным
- № 9 Какой закон описывает полное количество лучистой энергии, излучаемое абсолютно черным телом
- 1) Закон Релея
- 2) Закон Планка
- 3) Закон Стефана-Больцмана
- 4) Закон Ньютона
- № 10 Какая часть пограничного слоя соответствует критерию $30 < y^+ < 300$
- 1) Вязкий подслой
- 2) Область дефекта скорости
- 3) Логарифмический подслой
- 4) Область перемежаемости