

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Юнаков Л. П.
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕПЛО И МАССОПЕРЕДАЧА

Направление/специальность подготовки	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
Специализация/профиль/программа подготовки	Пусковые устройства, транспортно-установочное оборудование и средства обслуживания стартовых комплексов
Уровень высшего образования	Специалитет
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
5	10	4	144	34	34	0	0	110	0	0	110	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

год набора группы: 2024

Программу составили:

Кафедра А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И _____
КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Андреев Олег Викторович, к.т.н., доцент

Кафедра А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И _____
КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Синильщиков Валерий Борисович, к.т.н., доцент, 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

ТЕПЛО И МАССОПЕРЕДАЧА

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-03 — способность разрабатывать технические задания на разработку систем, механизмов и агрегатов, входящих в проектируемое изделие ракетного или ракетно-космического комплекса

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-03

знания:

на уровне представлений: основные законы теплопередачи

на уровне воспроизведения: принципы расчета теплообмена, порядок определения температурного поля в элементах стартовых и технических комплексов ракет и космических аппаратов;

умения:

теоретические: составлять математические модели теплоотдачи для разных случаев

практические: проводить тепловой расчет элементов стартовых и технических комплексов ракет и космических аппаратов, испытывающих тепловое воздействие;

навыки:

решения задач расчета теплоотдачи.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕПЛО И МАССОПЕРЕДАЧА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению 24.05.01 *Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **АЭРОГАЗОДИНАМИКА, ФИЗИКА, ТЕРМОДИНАМИКА, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА.**

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

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 для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач
- ПСК-09 — Способен разрабатывать газоотводящие системы пусковых устройств и устройства для снижения воздействия потоков газа ракетных двигателей при старте ракет

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	Лекции		ПСК-03
5	10	Раздел 1. Теплопроводность. Закон Фурье. Уравнение теплопроводности. Стационарная теплопроводность и теплопередача через плоскую, цилиндрическую и шаровую стенки. Расчет нагрева и охлаждения термически тонких тел. Учет температурных зависимостей свойств материала. Компьютерные методы решения задач нестационарной теплопроводности.	45	10	10	35	30
5	10	Раздел 2. Конвективный теплообмен газовых и жидких сред с твердыми стенками. Основные понятия, определения, положения. Основные критерии, используемые в задачах теплопередачи и их физический смысл. Критериальные модели естественной и вынужденной конвекции. Интенсификация процессов теплообмена. Эффективность оребрения. Особенности теплового воздействия при натекании струй ракетных двигателей на элементы конструкций стартовых комплексов и при хранении криогенных компонентов топлив.	51	16	16	35	40
5	10	Раздел 3. Тепловое излучение. Теплообмен излучением. Законы излучения. Излучение нечерных тел. Теплообмен в прозрачной и в поглощающей средах.	48	8	8	40	30
Всего за 10 семестр			144	34	34	110	100
Всего по дисциплине			144	34	34	110	100

3.2. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Теплопроводность.	Подготовка лекции, самостоятельное изучение дидактических единиц, оформление конспекта лекций	10
2		Подготовка к лабораторной работе, оформление отчета	25
3	Раздел 2. Конвективный теплообмен газовых и жидких сред с твердыми стенками.	Подготовка лекции, самостоятельное изучение дидактических единиц, оформление конспекта лекций	35
4	Раздел 3. Тепловое излучение.	Подготовка лекции, самостоятельное изучение дидактических единиц, оформление конспекта лекций	15
5		Подготовка к лабораторной работе, оформление отчета	25
Всего за 10 семестр			110

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
10				ТекК		ДР		Отч. по ЛР		ДР	ТекК			Отч. по ЛР		ДР	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;

- отчет по ЛР;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. В. Нащокин. . Техническая термодинамика и теплопередача. М.: Высшая школа, 1980, 74 экз.
2. В. В. Сахин. . Основы теплотехники. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, эл. рес.
3. В. В. Сахин, В. П. Шалимов. . Теплопередача. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003, эл. рес.
4. В. В. Сахин, В. П. Шалимов. . Теплопередача. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003, 114 экз.
5. В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, И. В. Тетерина. . Теплопередача. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 86 экз.
6. Ю. А. Душин. . Термодинамика и тепло-массопередача. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

1. Естественные и технические науки.

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

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

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. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; 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 **ТЕПЛО И МАССОПЕРЕДАЧА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*. 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-03 способность разрабатывать технические задания на разработку систем, механизмов и агрегатов, входящих в проектируемое изделие ракетного или ракетно-космического комплекса.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теплообменом в различных элементах стартовых комплексов, с тепловыми расчетами этих элементов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по ЛР;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**110 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 110 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. Теплопроводность.		
Подготовка лекции, самостоятельное изучение дидактических единиц, оформление конспекта лекций	Ю. А. Душин. . Термодинамика и тепло-массопередача: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (1-3)	10
Подготовка к лабораторной работе, оформление отчета	В. В. Нащокин. . Техническая термодинамика и теплопередача: М.: Высшая школа, 1980 (1-3)	25
Итого по разделу 1		35
Раздел 2. Конвективный теплообмен газовых и жидких сред с твердыми стенками.		
Подготовка лекции, самостоятельное изучение дидактических единиц, оформление конспекта лекций	В. В. Сахин. . Основы теплотехники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (2-4) В. В. Сахин, В. П. Шалимов. . Теплопередача: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003 (2-4)	35
Итого по разделу 2		35
Раздел 3. Тепловое излучение.		
Подготовка лекции, самостоятельное изучение дидактических единиц, оформление конспекта лекций	В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, И. В. Тетерина. . Теплопередача: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (4)	15
Подготовка к лабораторной работе, оформление отчета	В. В. Сахин, В. П. Шалимов. . Теплопередача: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003 (4)	25
Итого по разделу 3		40

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по ЛР;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- дифференцированный 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.

Вопросы для текущего контроля

Вопросы для текущего контроля содержатся в УМК дисциплины. Правильные ответы на 60% вопросов преподавателя является основанием считать сданными данные вопросы.

Отчет по ЛР

Отчет по лабораторной работе представляется в печатном или электронном виде в формате, предусмотренном для отчета по лабораторной работе. Защита отчета по ЛР проходит в форме доклада и ответов на вопросы преподавателя. Отчет принимается и работа считается выполненной при получении не менее 60% правильных ответов на заданные вопросы преподавателя.

Вопросы к дифференцированному зачету

Вопросы к дифф. зачету содержатся в УМК дисциплины

Дифференцированный зачет

Дифф. зачет по дисциплине проходит в форме устного собеседования (с письменными пояснениями) и ответов на вопросы к дифф. зачету, задаваемых преподавателем.

Ответы на:

- более 85% вопросов - является основанием для получения студентом оценки «зачтено-отлично»;
- (75-84)% вопросов - является основанием для получения студентом оценки «зачтено-хорошо»;
- (51-74)% вопросов - является основанием для получения студентом оценки «зачтено-удовлетворительно»;
- менее 51% вопросов – является основанием для получения студентом оценки «не зачтено».

Обучающийся имеет право на получение оценки "зачтено-отлично", "зачтено-хорошо" и "зачтено-удовлетворительно" в рамках текущей работы в семестре согласно технологической карте.

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	Лекции		ПСК-03	
5	10	Раздел 1. Теплопроводность.	45	10	10	35	30	Вопросы к дифференцированному зачету, Вопросы для текущего контроля, Отчет по ЛР
5	10	Раздел 2. Конвективный теплообмен газовых и жидких сред с твердыми стенками.	51	16	16	35	40	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к дифференцированному зачету
5	10	Раздел 3. Тепловое излучение.	48	8	8	40	30	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к дифференцированному зачету, Отчет по ЛР
Всего за 10 семестр			144	34	34	110	100	
Всего по дисциплине			144	34	34	110	100	

Критерии оценивания

ПСК-03

Вопросы открытого типа:

- № 1 Коэффициентом теплоотдачи стенки, находящейся в контакте с жидкой или газовой средой называют...
- № 2 Запишите нестационарное уравнение теплопроводности для случая теплоотдачи через плоскую стенку с большим перепадом температур. Считать, что ось y – перпендикулярна стенке
- № 3 При использовании метода конечных разностей для расчета теплопроводности шаг разбиения сетки по координате выбирается исходя из требований...
- № 4 Для чего в математическом моделировании физических процессов используют критерии подобия?
- № 5 Как изменяется коэффициент теплоотдачи при натекании струи ракетного двигателя на газоотражатель с увеличением линейного масштаба?
- № 6 Какой порядок имеет плотность теплового потока в поверхность газоотражателя при натекании струй ракетного двигателя при отсутствии водяного охлаждения?
- № 7 Стенка, первоначально имевшая температуру 100°C , прогрелась до 473°C . Как и во сколько раз изменилась плотность теплового потока излучением, если степень черноты тела не изменилась?
- № 8 Мерой энергии внешнего течения газа, которая может передаваться в стенку является температура....
- № 9 Какие места в листах металлооблицовки газоотражателей, стенок газопроводов и конструкции стартового стола быстрее всего подвергаются оплавлению?
- № 10 Что означает нижний индекс « ∞ » в критериальных соотношениях для теплоотдачи

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Как зависит установившаяся плотность теплового потока через стенку от теплоемкости материала стенки? Перепад температур, толщину стенки и остальные параметры материала стенки во всех вариантах считать постоянными.
 - 1) Чем больше теплоемкость – тем выше плотность теплового потока;
 - 2) Чем больше теплоемкость – тем ниже плотность теплового потока;
 - 3) Плотность теплового потока в указанных условиях не зависит от теплоемкости;
 - 4) С увеличением теплоемкости плотность теплового потока сначала растет, а затем – падает;
 - 5) Иное.
- № 2 При установившейся теплоотдаче через плоскую стенку распределение температуры по толщине стенки...
 - 1) ...линейное;
 - 2) ... параболическое;
 - 3) ... подчинено более сложному закону;
 - 4) ... при малых перепадах температур – линейное, а при больших – подчинено более сложному закону.
- № 3 При установившейся теплоотдаче через цилиндрическую стенку распределение температуры по толщине стенки...
 - 1) ...линейное;
 - 2) ... параболическое;
 - 3) ... подчинено более сложному закону;
 - 4) ... при малых перепадах температур – линейное, а при больших – подчинено более сложному закону.
- № 4 От каких параметров зависит коэффициент теплоотдачи стенки, находящейся в контакте с газом?
 - 1) Температуры стенки;

- 2) Температуры внешнего течения газа;
- 3) Теплопроводности материала стенки;
- 4) Плотности материала стенки;
- 5) Скорости внешнего течения газа.
- 6) Давления газа

№ 5

Проводится расчет одномерной нестационарной теплопроводности с использованием явной схемы. Шаг разбиения сетки по координате 1 мм. Плотность материала стенки 3000 кг/м^3 , теплоемкость $500 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$, коэффициент теплопроводности $30 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$. Какие значения шага интегрирования можно использовать для расчета?

- 1) 0,001 с;
- 2) 0,003 с;
- 3) 0,01 с;
- 4) 0,03 с;
- 5) 0,1 с;
- 6) 0,3 с;
- 7) 1 с.

№ 6 Какие из перечисленных критериев позволяют определить коэффициент теплоотдачи?

- 1) Число Маха;
- 2) Число Рейнольдса;
- 3) Число Нуссельта;
- 4) Число Прандтля;
- 5) Число Стантона.

№ 7 При установившемся натекании струи ракетного двигателя по мере прогрева поверхности газотражателя плотность теплового потока в поверхность...

- 1) ...возрастает;
- 2) ...падает;
- 3) ... не изменяется;
- 4) ...может возрастать или падать в зависимости от состава продуктов сгорания.

№ 8 Как зависит теплообмен между газом и стенкой от высоты ребер (остальные размеры ребер считать постоянными)?

- 1) С увеличением высоты ребер теплообмен увеличивается;
- 2) С увеличением высоты ребер теплообмен уменьшается;
- 3) Теплообмен не зависит от высоты ребер;
- 4) С увеличением высоты ребер теплообмен сначала не изменяется, а затем увеличивается;
- 5) С увеличением высоты ребер теплообмен сначала увеличивается, а затем не изменяется.

№ 9 Как зависит плотность теплового потока от газа к стенке от скорости внешнего течения газа?

- 1) Плотность теплового потока увеличивается пропорционально скорости внешнего течения газа;
- 2) Плотность теплового потока увеличивается быстрее, чем пропорционально скорости внешнего течения газа;
- 3) Плотность теплового потока увеличивается медленнее, чем пропорционально скорости внешнего течения газа;
- 4) С увеличением скорости внешнего течения газа плотность теплового потока существенно не изменяется;
- 5) Зависимость плотности теплового потока от скорости внешнего течения газа – более сложная.

№ 10 На начальном этапе остывания листов металлооблицовки газоотражателя при старте скорость падения температуры определяется отдачей тепла от листов в результате процесса...

- 1) ...свободной конвекции;
- 2) ...вынужденной конвекции;
- 3) ... излучения;
- 4)... теплопроводности;
- 5)... вклад перечисленных процессов соизмерим.