

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

_____ Левихин А.А.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

Направление/специальность подготовки	24.03.05 Двигатели летательных аппаратов
Специализация/профиль/программа подготовки	Авиационная и ракетно-космическая теплотехника
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космическая техника
Выпускающая кафедра	А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Кафедра-разработчик рабочей программы	А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

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	
1	1	3	108	17	17	0	0	91	0	0	91	зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.03.05 Двигатели летательных аппаратов

год набора группы: 2026

Программу составил:

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Каун Юлия Владимировна, старший преподаватель

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Тетерина И.В., к.т.н., доц.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Заведующий кафедрой Тетерина И.В., к.т.н., доц.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

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:

ОПК-5 — Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-5

знания:

о современных подходах и методах решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники;;

умения:

решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники;;

навыки:

уметь применять современные подходы и методы в решениях профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники;.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.03.05 Двигатели летательных аппаратов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания школьных курсов и служит основой для освоения дисциплин: **МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА, ТЕОРИЯ ТЕПЛООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ, ГИДРАВЛИКА В АРКТ, ПРАКТИКУМ В ГИДРОАЭРОДИНАМИКЕ**

Требования к уровню подготовки обучающихся и предварительные компетенции определены Федеральным государственным образовательным стандартом среднего общего образования.

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	Лекции		ОПК-5
1	1	Раздел 1. Краткая историческая справка о БГТУ «Военмех» и кафедре «Плазмогазодинамики и теплотехники». БГТУ «Военмех»: основные даты и выдающиеся выпускники. Кафедра «Плазмогазодинамики и теплотехники»: основные даты, состав, направления подготовки и научно-исследовательской работы.	4	2	2	2	20
1	1	Раздел 2. Основные области использования аэргазодинамики и баллистики. Ракетная техника и космонавтика Баллистический спуск в атмосфере Земли и планет Аэродинамика летательных аппаратов Аэродинамика транспорта Ветровые нагрузки зданий и сооружений Метеорология Астрофизика.	23	3	3	20	20
1	1	Раздел 3. Начальные сведения о реактивных двигателях. Реактивные двигатели (РД). Принцип действия. Реактивная сила (тяга) Виды и схемы РД: ВРД, ТРД и ракетные двигатели.	18	3	3	15	20
1	1	Раздел 4. Начальные сведения о баллистике. Вывод космического аппарата на орбиту. Основные участки траектории Спуск космического аппарата с орбиты. Баллистический и аэродинамический спуск.	27	3	3	24	20
1	1	Раздел 5. Основные сведения о методах аэрогазодинамики. Теоретический метод. Уравнения Навье-Стокса Экспериментальный метод. Аэродинамические трубы Численный метод. Пакеты численного моделирования.	36	6	6	30	20
Всего за 1 семестр			108	17	17	91	100
Всего по дисциплине			108	17	17	91	100

3.2. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Краткая историческая справка о БГТУ «Военмех» и кафедре «Плазмогазодинамики и теплотехники».	Основные даты в истории Военмеха. Выпускники Военмеха	2
2	Раздел 2. Основные области использования аэргазодинамики и баллистики.	Аэродинамические характеристики тел	10
3		Траектории баллистического спуска	10
4	Раздел 3. Начальные сведения о реактивных двигателях.	Реактивная сила	5
5		Реактивные двигатели - принцип работы ДРД и ТРД	5
6		ВРД: прямоточные и турбореактивные	5
7	Раздел 4. Начальные сведения о баллистики.	Управление ЛА	13
8		Внутренняя и внешняя баллистика	11
9	Раздел 5. Основные сведения о методах аэрогазодинамики.	Уравнения аэродинамики	10
10		Экспериментальные методы аэродинамики	10
11		Численное моделирование в аэродинамике	10
Всего за 1 семестр			91

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
1					КПос	ДР			КПос	ДР					КПос	ДР	зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- КПос – контроль посещаемости;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- контроль посещаемости.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Ефремов, В. Ф. Захарченко, В. Н. Овчаренко. . Динамика полета. Москва: Машиностроение, 2011, эл. рес.
2. А. С. Шальгин, И. Л. Петрова. . Аэродинамические характеристики летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, эл. рес.
3. В. Б. Барахнин, В. П. Шапеев. . Введение в численный анализ. СПб.: Лань, 2005, 7 экз.
4. В. Н. Блинов, Ю. Н. Сеченов, В. В. Шалай. . Малые космические аппараты. Омск: ОмГТУ, 2016, эл. рес.
5. Г. А. Акимов. . Научно-педагогическая школа кафедры аэрогазодинамики и динамики полёта. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, 25 экз.
6. Г. А. Акимов, В. А. Зазимко ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Аэрогазодинамика. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 61 экз.
7. И. А. Балаганский. . Основы баллистики и аэродинамики. Новосибирск: НГТУ, 2017, эл. рес.
8. И. Н. Гречух, Л. И. Гречух. . Жидкостные ракетные двигатели. Омск: ОмГТУ, 2017, эл. рес.
9. К. Э. Циолковский. . Ракетная техника. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
10. Л. Н. Лысенко. . Внешняя баллистика. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018, эл. рес.
11. О. А. Толпегин. . Экспериментальная баллистика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 60 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <https://repository.library.voenmeh.ru/jspui/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
3. <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. 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 **ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.03.05 Двигатели летательных аппаратов*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космическая техника БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:
ОПК-5 Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с начальными представлениями о газодинамических процессах, баллистики и теплотехники.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- контроль посещаемости.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**91 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 17 ч. аудиторных занятий, и 91 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. Краткая историческая справка о БГТУ «Военмех» и кафедре «Плазмогазодинамики и теплотехники».		
Основные даты в истории Военмеха. Выпускники Военмеха	Г. А. Акимов. . Научно-педагогическая школа кафедры аэрогазодинамики и динамики полёта: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (1, 2, 3)	2
Итого по разделу 1		2
Раздел 2. Основные области использования аэргазодинамики и баллистики.		
Аэродинамические характеристики тел	И. А. Балаганский. . Основы баллистики и аэродинамики: Новосибирск: НГТУ, 2017 (1,2) К. Э. Циолковский. . Ракетная техника: Москва: Юрайт, 2020 (1,2,3,4,5)	10
Траектории баллистического спуска	В. Н. Блинов, Ю. Н. Сеченов, В. В. Шалай. . Малые космические аппараты: Омск: ОмГТУ, 2016 (1,3) А. С. Шалыгин, И. Л. Петрова. . Аэродинамические характеристики летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (1,4)	10
Итого по разделу 2		20
Раздел 3. Начальные сведения о реактивных двигателях.		
Реактивная сила	И. Н. Гречух, Л. И. Гречух. . Жидкостные ракетные двигатели: Омск: ОмГТУ, 2017 (1,3,7) Атлас конструкций ЖРД: М.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1969 (1 -5)	5
Реактивные двигатели - принцип работы ДРД и ТРД		5
ВРД: прямоточные и турбореактивные		5
Итого по разделу 3		15
Раздел 4. Начальные сведения о баллистике.		
Управление ЛА	Л. Н. Лысенко. . Внешняя баллистика: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1-3)	13
Внутренняя и внешняя баллистика	А. В. Ефремов, В. Ф. Захарченко, В. Н. Овчаренко. . Динамика полета: Москва: Машиностроение, 2011 (1,2) О. А. Толпегин. . Экспериментальная баллистика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1,3,6)	11
Итого по разделу 4		24
Раздел 5. Основные сведения о методах аэрогазодинамики.		
Уравнения аэродинамики	И. А. Балаганский. . Основы баллистики и аэродинамики: Новосибирск: НГТУ, 2017 (1,2)	10
Экспериментальные методы аэродинамики	Г. А. Акимов, В. А. Зазимко ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Аэрогазодинамика: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (1,2)	10
Численное моделирование в		10

аэродинамике	В. Б. Барахнин, В. П. Шاپеев. . Введение в численный анализ: СПб.: Лань, 2005 (1)	
Итого по разделу 5		30

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- контроль посещаемости;
- 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.

Контроль посещаемости

Обучающийся не имеет права пропуска аудиторных занятий без уважительной причины

Зачет

Обучающийся допускается к зачету при выполнении всех диагностических работ. В случае пропуска аудиторных занятий на зачете возможны вопросы по теме пропущенных занятий

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		ОПК-5	
1	1	Раздел 1. Краткая историческая справка о БГТУ «Военмех» и кафедре «Плазмогазодинамики и теплотехники».	4	2	2	2	20	Контроль посещаемости
1	1	Раздел 2. Основные области использования аэргазодинамики и баллистики.	23	3	3	20	20	Контроль посещаемости
1	1	Раздел 3. Начальные сведения о реактивных двигателях.	18	3	3	15	20	Контроль посещаемости
1	1	Раздел 4. Начальные сведения о баллистики.	27	3	3	24	20	Контроль посещаемости
1	1	Раздел 5. Основные сведения о методах аэрогазодинамики.	36	6	6	30	20	Контроль посещаемости
Всего за 1 семестр			108	17	17	91	100	
Всего по дисциплине			108	17	17	91	100	

Оценочные материалы по дисциплине ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

ОПК-5 - Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники

№ 1 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между физическими терминами и определениями:

- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1. Уравнение Эйлера | Е. Связь давления, скорости потока и высоты в стационарном потоке идеальной несжимаемой жидкости |
| 2. Уравнение Навье-Стокса | В. Уравнение движения вязкой жидкости |
| 3. Уравнение гидростатики | Д. Отношение средней длины свободного пробега молекул к характерному размеру системы (число Кнудсена) |
| 4. Критерий сплошной/дискретной среды | Ф. Безразмерная величина, характеризующая соотношение сил инерции и вязкости в жидкости |
| | А. Уравнение движения невязкой жидкости |
| | С. Уравнение равновесия покоящейся жидкости в гравитационном поле |

№ 2 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между физическими терминами и определениями:

- | | |
|---------------------------------|---|
| 1. Определение теплопроводности | А. Простой вид теплообмена, при котором энергия передается при перемещении и перемешивании макрообъемов текучих сред |
| 2. Определение конвекции | В. Простой вид теплообмена, при котором энергия передается при столкновении хаотически движущихся молекул |
| 3. Определение теплоизлучения | С. Сложный вид теплообмена между твердой поверхностью и текучей средой, состоящий из теплопроводности и конвекции. |
| 4. Определение теплоотдачи | Д. Простой вид теплообмена, при котором энергия передается излучением, распространением и поглощением электромагнитных волн |
| | Е. Безразмерная величина, характеризующая соотношение сил инерции и вязкости в жидкости |
| | Ф. Уравнение равновесия покоящейся жидкости в гравитационном поле |
| | Н. Отношение средней длины свободного пробега молекул к характерному размеру системы (число Кнудсена) |

№ 3 Прочитайте текст и установите последовательность

Определите правильную последовательность этапов полета межконтинентальной баллистической ракеты (МБР):

1. Полёт по восходящей ветви траектории — набор высоты и скорости под действием тяги двигательной установки.
2. Баллистический свободный полёт — движение по эллиптической траектории под воздействием гравитации планеты.
3. Завершение активного участка полёта — отключение двигателей первой ступени.
4. Посадка головной части на поверхность цели — завершение миссии ракеты.
5. Стадия отделения боевых блоков от основной конструкции ракеты перед входом в атмосферу над целью.
6. Начальная стадия старта — запуск двигателя и отрыв ракеты от стартового стола.

№ 4 Прочитайте текст и установите последовательность

Определите правильную последовательность формирования потока газа в ракетном двигателе через сопло Лавалья:

1. Газ расширяется и ускоряется сверхзвуковую скорость в сужающейся части сопла.
2. Газ поступает в камеру сгорания, где происходит воспламенение топлива и образование продуктов горения.
3. Расширенная струя газа истекает наружу, создавая реактивную силу тяги.
4. Газ достигает критической точки и переходит из дозвукового режима в сверхзвуковой режим в узком горлышке сопла.
5. После прохождения узкого горла сопла поток продолжает расширение и дальнейшее увеличение скорости в расширяющейся части сопла.

№ 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Турбулентная вязкость обусловлена:

1. Хаотическим движением молекул
2. Хаотическим движением турбулентных молей
3. Шероховатостью обтекаемой поверхности
4. Хаотическими движениями молекул и турбулентных молей

№ 6 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Дать определение теплоизлучения

№ 7 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что является критерием сплошной/дискретной среды?

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Верно ли, что выделяют всего лишь две формы передачи энергии?

1. Нет, форм передачи энергии много, например, механическая, электрическая, химическая и. т.п.
2. Да, это теплота и работа.
3. Энергообмен не подразделяют на какие-либо формы.
4. Нет, выделяют 3 формы энергообмена: теплота, механическая работа и немеханическая работа.

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой процесс наиболее предпочтителен для нагрева газа с минимальным расходом энергии?

1. Изохорический
2. Изобарический
3. Адиабатный
4. Изотермический

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

Выберите процессы, при которых возможно минимальное потребление внешней энергии для нагрева газа:

- А) Процесс, сопровождающийся увеличением объема и давлением
- В) Процесс, при котором отсутствует теплообмен с окружающей средой
- С) Процесс, протекающий при постоянном объеме
- Д) Процесс, поддерживающий неизменную температуру

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

Какие процессы позволяют эффективно увеличить температуру газа с минимальными внешними энергозатратами?

- А) Изохорический
- В) Изобарический
- С) Адиабатный
- Д) Изотермический

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

Что способствует созданию реактивной силы тяги в сопле Лавалья?

- А) Полное сгорание топлива в камере сгорания
- В) Максимальное расширение газа в сужающемся участке сопла
- С) Истечение расширенного газа из выходного сечения сопла
- Д) Нагрев рабочего тела в камере сгорания