

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

_____ Левихин А.А.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ УСТАНОВКИ

Направление/специальность подготовки	24.04.05 Двигатели летательных аппаратов
Специализация/профиль/программа подготовки	Авиационная и ракетно-космическая теплотехника
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
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	
6	11	4	144	68	34	0	34	76	0	0	76	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.04.05 Двигатели летательных аппаратов

год набора группы: 2025

Программу составили:

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Овчинникова Ольга Константиновна, к.т.н., доцент

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Тетерина Ирина Владимировна, к.т.н., заведующий кафедрой

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 ПЕРСПЕКТИВНЫЕ УСТАНОВКИ

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-2.3 — Способен проводить работы, анализировать и обобщать результаты по численному моделированию газодинамических и теплообменных процессов в двигателях и энергоустановках ЛА, а также наземных энергетических установок на базе авиационных и ракетных двигателей

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-2.3

знания:

физические и математические модели, описывающие процессы, происходящие при эксплуатации в изделиях теплоэнергетики и ракетно-космической техники;

умения:

планировать, организовывать и проводить научные исследования, разрабатывать физические схемы и математические модели процессов;

навыки:

владеть навыками профессиональной эксплуатации современных средств вычислительного моделирования применительно к процессам, протекающих в установках.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ УСТАНОВКИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению **24.04.05 Двигатели летательных аппаратов**.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ АЭРОГИДРОМЕХАНИКИ**.

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:

- ПК-2.3 — Способен проводить работы, анализировать и обобщать результаты по численному моделированию газодинамических и теплообменных процессов в двигателях и энергоустановках ЛА, а также наземных энергетических установок на базе авиационных и ракетных двигателей

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	Практические занятия		ПК-2.3
6	11	Раздел 1. Введение в дисциплину. Современные тенденции развития установок и устройств. Снижение веса и габаритов. Уменьшение вредных выбросов в атмосферу, снижение шума. Повышение надежности, обеспечение много режимности. Современные средства расчета и моделирования. Модели физических процессов. Проектирование на системном уровне и оптимизация. Многодисциплинарная оптимизация, учет взаимовлияния факторов различной физической природы.	26	12	6	6	14	15
6	11	Раздел 2. Теплообменники. Системы охлаждения, вентиляции. Процессы, протекающие в теплообменных аппаратах. Тепловые трубы. Вращающиеся теплообменники. Процессы теплопереноса на микро масштабе. Системы охлаждения электронных приборов. Вопросы интенсификации теплообмена.	26	12	6	6	14	17
6	11	Раздел 3. Турбины, Насосы, Компрессора. Тепловые двигатели и нагнетатели. Параметры работы насосов и вентиляторов. Теоретические процессы сжатия. Моделирование насосов, вентиляторов и компрессоров. Максимальная высота всасывания насоса, явления кавитации. Проблема уменьшения шума и вибраций компрессорного оборудования.	26	12	6	6	14	17
6	11	Раздел 4. Проблемы проектирования двигателей. Современные проблемы создания двигателей летательных аппаратов. Топливная экономичность двигателей. Устойчивая работа при неравномерности потока на входе. Надежный запуск. Обеспечение необходимых характеристик в условиях обледенения и др. Применение альтернативных топлив. Снижение веса и габаритов. Уменьшение вредных выбросов в атмосферу, снижение шума. Повышение надежности, обеспечение много режимности.	26	12	6	6	14	17
6	11	Раздел 5. Смесители. Химические реакторы. Установки при наличии эффектов плавления, конденсации, испарения, кавитации. Аппараты для перемешивания и разделения сред. Интенсификация газодинамических процессов. Особенности вибрационного перемешивания. Перемешивание струями. Особенности процесса перемешивания на микромасштабе.	26	12	6	6	14	17
6	11	Раздел 6. Внешние задачи. Проблемы аэроупругих колебаний конструкций. Влияние высокоскоростных аппаратов на конструкции, туннели и строения. Технологии подводного бурения. Аэроупругие колебания в вертолетостроении. Аэроупругие колебания пролетов мостов. Аэроупругие системы. Аэроупругие явления в турбомашинах.	14	8	4	4	6	17
Всего за 11 семестр			144	68	34	34	76	100
Всего по дисциплине			144	68	34	34	76	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение в дисциплину.	Современные тенденции проектирования установок и устройств. Многодисциплинарная оптимизация, учёт взаимовлияния факторов различной физической природы.	6
2	Раздел 2. Теплообменники. Системы охлаждения, вентиляции.	Подходы к расчёту систем вентиляции.	6
3	Раздел 3. Турбины, Насосы, Компрессора.	Подходы к моделированию турбин.	6
4	Раздел 4. Проблемы проектирования двигателей.	Современные проблемы создания двигателей.	6
5	Раздел 5. Смесители. Химические реакторы. Установки при наличии эффектов плавления, конденсации, испарения, кавитации.	Расчёт смесителя	6
6	Раздел 6. Внешние задачи. Проблемы аэроупругих колебаний конструкций.	Подходы к моделированию аэроупругих колебаний конструкций.	4
Всего за 11 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем,
---	---	-----------------------------	--------

п/п			часов
1	Раздел 1. Введение в дисциплину.	Самостоятельная проработка дидактических единиц данного раздела. Подготовка к практическим занятиям.	14
2	Раздел 2. Теплообменники. Системы охлаждения, вентиляции.	Самостоятельная проработка дидактических единиц данного раздела. Подготовка к практическим занятиям.	14
3	Раздел 3. Турбины, Насосы, Компрессора.	Самостоятельная проработка дидактических единиц данного раздела. Подготовка к практическим занятиям.	14
4	Раздел 4. Проблемы проектирования двигателей.	Самостоятельная проработка дидактических единиц данного раздела. Подготовка к практическим занятиям.	14
5	Раздел 5. Смесители. Химические реакторы. Установки при наличии эффектов плавления, конденсации, испарения, кавитации.	Самостоятельная проработка дидактических единиц данного раздела. Подготовка к практическим занятиям.	14
6	Раздел 6. Внешние задачи. Проблемы аэроупругих колебаний конструкций.	Самостоятельная проработка дидактических единиц данного раздела. Подготовка к практическим занятиям.	6
Всего за 11 семестр			76

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						ДР			Собес, Задан	ДР						ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Собес – собеседование;
- Задан – задание;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- собеседование;
- задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. В. Сахин. . Теплообменные аппараты. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, эл. рес.
2. И. Н. Гречух, Л. И. Гречух. . Жидкостные ракетные двигатели. Омск: ОмГТУ, 2017, эл. рес.
3. Линейные колебания. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, 300 экз.
4. М. А. Денисов. . Математическое моделирование теплофизических процессов. ANSYS и CAE-проектирование. Екатеринбург: Изд-во УрФУ, 2011, эл. рес.
5. С. Н. Григорьев. . Методы повышения стойкости режущего инструмента. М.: Машиностроение, 2009, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. Э. Оран, Дж. Борис. . Численное моделирование реагирующих потоков. М.: Мир, 1990, 2 экз.

5.3. Периодические издания:

1. Вестник воздушно-космической обороны.

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

1. <https://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <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:

1. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced.

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. Практические занятия:

1. Проектор;
2. Интерактивная доска;
3. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced.

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 **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ УСТАНОВКИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению 24.04.05 *Двигатели летательных аппаратов*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-2.3 Способен проводить работы, анализировать и обобщать результаты по численному моделированию газодинамических и теплообменных процессов в двигателях и энергоустановках ЛА, а также наземных энергетических установок на базе авиационных и ракетных двигателей.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с перспективными установками и их проектированием.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- собеседование;
- задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**76 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 76 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. Введение в дисциплину.		
Самостоятельная проработка дидактических единиц данного раздела. Подготовка к практическим занятиям.	С. Н. Григорьев. . Методы повышения стойкости режущего инструмента: М.: Машиностроение, 2009 (1,2) М. А. Денисов. . Математическое моделирование теплофизических процессов. ANSYS и CAE-проектирование: Екатеринбург: Изд-во УрФУ, 2011 (1,2,3)	14
Итого по разделу 1		14
Раздел 2. Теплообменники. Системы охлаждения, вентиляции.		
Самостоятельная проработка дидактических единиц данного раздела. Подготовка к практическим занятиям.	В. В. Сахин. . Теплообменные аппараты: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1-5)	14
Итого по разделу 2		14
Раздел 3. Турбины, Насосы, Компрессора.		
Самостоятельная проработка дидактических единиц данного раздела. Подготовка к практическим занятиям.	В. В. Сахин. . Теплообменные аппараты: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (4-6)	14
Итого по разделу 3		14
Раздел 4. Проблемы проектирования двигателей.		
Самостоятельная проработка дидактических единиц данного раздела. Подготовка к практическим занятиям.	И. Н. Гречух, Л. И. Гречух. . Жидкостные ракетные двигатели: Омск: ОмГТУ, 2017 (1-5)	14
Итого по разделу 4		14
Раздел 5. Смесители. Химические реакторы. Установки при наличии эффектов плавления, конденсации, испарения, кавитации.		
Самостоятельная проработка дидактических единиц данного раздела. Подготовка к практическим занятиям.	Э. Оран, Дж. Борис. . Численное моделирование реагирующих потоков: М.: Мир, 1990 (1-6)	14
Итого по разделу 5		14
Раздел 6. Внешние задачи. Проблемы аэроупругих колебаний конструкций.		
Самостоятельная проработка дидактических единиц данного раздела. Подготовка к практическим занятиям.	Линейные колебания: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (1-5)	6

Итого по разделу 6	6
--------------------	---

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- собеседование;
- задание;
- 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.

Собеседование

Собеседование организуется с обучающимися на темы, связанные с изучаемой дисциплиной и рассчитанное на выяснение объемов знаний по определенному разделу. Контрольное мероприятие считается выполненным, при получении не менее 60% правильных ответов на вопросы преподавателя. Вопросы для собеседования по соответствующим разделам дисциплины представлены в УМК дисциплины.

Задание

Выполнение задания является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по соответствующему разделу дисциплины. Задание считается принятым при должном оформлении результатов, их полноте и правильности. Примеры заданий представлены в УМК дисциплины.

Дифференцированный зачет

К сдаче дифференцированного зачета допускаются студенты при условии выполнения всех контрольных мероприятий, предусмотренных программой дисциплины.

Дифференцированный зачет проводится в форме устных ответов на 2 вопроса к дифференцированному зачету. Итоги сдачи зачета оцениваются следующим образом:

- полный правильный ответ на оба вопроса – ЗАЧТЕНО-ОТЛИЧНО;
- полный правильный ответ на один из вопросов с дополнительным собеседованием по второму – ЗАЧТЕНО-ХОРОШО;
- неполные ответы на оба вопроса с дополнительным собеседованием по их тематике – ЗАЧТЕНО-УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО;
- неправильные ответы и не готовность к собеседованию – НЕ ЗАЧТЕНО.

Перечень вопросов к дифференцированному зачету представлен в УМК дисциплины.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПК-2.3	
6	11	Раздел 1. Введение в дисциплину.	26	12	6	6	14	15	Собеседование
6	11	Раздел 2. Теплообменники. Системы охлаждения, вентиляции.	26	12	6	6	14	17	Собеседование, Задание
6	11	Раздел 3. Турбины, Насосы, Компрессора.	26	12	6	6	14	17	Собеседование, Задание
6	11	Раздел 4. Проблемы проектирования двигателей.	26	12	6	6	14	17	Собеседование, Задание
6	11	Раздел 5. Смесители. Химические реакторы. Установки при наличии эффектов плавления, конденсации, испарения, кавитации.	26	12	6	6	14	17	Собеседование
6	11	Раздел 6. Внешние задачи. Проблемы аэроупругих колебаний конструкций.	14	8	4	4	6	17	Собеседование, Задание
Всего за 11 семестр			144	68	34	34	76	100	
Всего по дисциплине			144	68	34	34	76	100	

Оценочные материалы по дисциплине ПЕРСПЕКТИВНЫЕ УСТАНОВКИ

ПК-2.3 - Способен проводить работы, анализировать и обобщать результаты по численному моделированию газодинамических и теплообменных процессов в двигателях и энергоустановках ЛА, а также наземных энергетических установок на базе авиационных и ракетных двигателей

- № 1 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Поршневой двигатель внутреннего сгорания, работающий по принципу самовоспламенения распылённого топлива от воздействия разогретого при сжатии воздуха, называется ...
- 1 двигатель Дизеля
 - 2 двигатель Отто
 - 3 двигатель Брайтона
 - 4 двигатель Ванкеля
 - 5 двигатель Даймлера
- № 2 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Выберите верные утверждения, продолжаящие фразу:
- Промежуточный перегрев пара в котельной установке ...
- 1 увеличивает КПД паротурбинной установки
 - 2 снижает удельный расход пара на выработку электроэнергии
 - 3 снижает расход топлива в паровом котле
 - 4 снижает влажность пара на последних ступенях низкого давления турбины
 - 5 увеличивает расход питательной воды
 - 6 повышает КПД электрогенератора
 - 7 необходим для обеспечения работы теплоэлектроцентрали
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- К основным достоинствам жидкостных ракетных двигателей по сравнению с твердотопливными относятся ...
- 1 простота конструкции
 - 2 управление тягой за счет регулировки расхода топлива
 - 3 низкая стоимость топлива
 - 4 многократный запуск двигателя
 - 5 высокий удельный импульс
 - 6 простота хранения топлива
 - 7 низкая стоимость оборудования двигателя
 - 8 отсутствие перемещений топлива в невесомости
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Выберите существующие способы инициации плазменной струи в плазмотронах:

- 1 разведение электродов
- 2 поджиг порохового заряда
- 3 взрыв проволоки
- 4 пробой высоким напряжением
- 5 инъекция носителя тока
- 6 использование пиропатрона
- 7 применение пускового двигателя

№ 5 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Опишите принцип работы четырехтактного двигателя и процессы, протекающие на каждом такте его работы.

№ 6 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Опишите принцип действия газораспределительных механизмов различных типов, используемых в двигателях внутреннего сгорания.

№ 7 Прочитайте текст и установите соответствие
Установите соответствие типов электрических вращающихся машин и выполняемых ими функций:

- 1 Генератор
- 2 Электродвигатель
- 3 Преобразователь
- 4 Компенсатор
- 5 Муфта
- 6 Тормоз
- 7 Вал
- 8 Золотник

a преобразует механическую энергию в электрическую

b преобразует электрическую энергию в механическую

c изменяет параметры электрической энергии

d передает энергию с одного вала на другой

e создает тормозной момент

№ 8 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между фрагментами газохода прямоточного котла и основным типом протекающих в нём теплообменных процессов.

1 топочная камера

2 горизонтальный газоход

3 конвективная шахта

a радиационный теплообмен

b радиационно-конвективный теплообмен

c конвективный теплообмен

д теплопроводность

е теплоотдача

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите правильную последовательность для ядерного топливного цикла:

1. измельчение урановой руды
2. преобразование диоксида урана в газообразный гексафторид урана
3. обогащение урана
4. обратное превращение гексафторида урана в диоксид урана
5. изготовление топливных таблеток

изготовление топливных тепловыделяющих элементов

№ 10 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите правильную последовательность процессов, протекающих при работе турбореактивного двигателя.

- 1 воздух проходит через воздухозаборное устройство
- 2 воздух сжимается и нагревается в компрессоре
- 3 сжатый воздух перемешивается с топливом в камере сгорания
- 4 продукты сгорания вращают турбину
- 5 продукты сгорания в сопле создают реактивную тягу

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

Свойство первичного двигателя заключается в том, что он ...

- 1 преобразуют энергию природных ресурсов в механическую энергию
- 2 преобразуют энергию, полученную от двигателей, преобразователей и накопителей энергии в механическую энергию
- 3 преобразует механическую энергию в тепловую
- 4 преобразует механическую энергию в электрическую

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

Систему поверхностей нагрева для производства пара из непрерывно поступающей воды путем использования тепла, выделяющегося при сжигании топлива, называют ...

- 1 паровой котёл
- 2 парогенерирующая установка
- 3 паротурбинная электростанция
- 4 гидроэлектростанция
- 5 пароподогреватель