

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ Левихин А.А.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕРМОДИНАМИКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Направление/специальность подготовки	24.03.05 Двигатели летательных аппаратов
Специализация/профиль/программа подготовки	Цифровые технологии создания двигателей и энергетических установок
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	
3	6	3	108	51	34	0	17	57	0	0	57	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
Ефремов Алексей Владимирович, 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 ТЕРМОДИНАМИКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ 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:

ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-1

знания:

Основные виды и типы топлив и их физико-химические характеристики;

умения:

Определять состав и объем продуктов горения топлива;

навыки:

Проводить расчёт материального и теплового баланса процессов горения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕРМОДИНАМИКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.03.05 Двигатели летательных аппаратов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ТЕРМОДИНАМИКА, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, ТЕПЛОПЕРЕДАЧА.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫСОКОИНТЕНСИВНЫХ ПРОЦЕССОВ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ.**

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

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	Практические занятия		ОПК-1
3	6	Раздел 1. Общие сведения об энергетических системах и топливах. Роль энергетики в обществе. Тепловой баланс Земли. Свойства и виды топлив.	21	11	8	3	10	10
3	6	Раздел 2. Техническая термодинамика объектов энергетики. Термодинамические параметры и уравнения состояния газов. Пар как рабочее тело. Общие сведения о термодинамических циклах. Циклы ДВС. Циклы ПТУ и ГТУ. Циклы ВРД. Циклы холодильных установок.	31	14	10	4	17	30
3	6	Раздел 3. Материальный и тепловой балансы процессов горения. Расчёт количества воздуха, необходимого для горения веществ. Расчёт объема и состава продуктов горения. Расчёт теплоты сгорания веществ. Расчёт температуры горения и взрыва.	38	18	10	8	20	35
3	6	Раздел 4. Перспективные и альтернативные виды топлив. Особенности использования водородного топлива. Получение биотоплива.	18	8	6	2	10	25
Всего за 6 семестр			108	51	34	17	57	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Общие сведения об энергетических системах и топливах.	Понятие рабочей, сухой и горючей массы топлива. Пересчет из одной массы в другую	2
2		Расчет топливного эквивалента	1
3	Раздел 2. Техническая термодинамика объектов энергетики.	Решение задач на определение основных термодинамических параметров	1
4		Циклы теплосиловых газовых и паротурбинных установок	3
5	Раздел 3. Материальный и тепловой балансы процессов горения.	Расчет количества воздуха, необходимого для горения веществ	2
6		Расчет объема и состава продуктов горения	2
7		Расчет теплоты сгорания веществ	2
8		Расчет температуры горения и взрыва	2
9	Раздел 4. Перспективные и альтернативные виды топлив.	Получение биогаза и его характеристики	2
Всего за 6 семестр			17

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Общие сведения об энергетических системах и топливах.	Подготовка к лекционным и практическим занятиям. Самостоятельное изучение дополнительных материалов. Подготовка к контрольной работе	10
2	Раздел 2. Техническая термодинамика объектов энергетики.	Подготовка к лекционным и практическим занятиям. Самостоятельное изучение дополнительных материалов. Выполнение домашнего задания	17
3	Раздел 3. Материальный и тепловой балансы процессов горения.	Подготовка к лекционным и практическим занятиям. Самостоятельное изучение дополнительных материалов. Выполнение домашнего задания. Подготовка к контрольной работе.	20

4	Раздел 4. Перспективные и альтернативные виды топлив.	Подготовка к лекционным и практическим занятиям. Самостоятельное изучение дополнительных материалов. Подготовка к зачёту по дисциплине.	10
Всего за 6 семестр			57

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
6				Контр.Р.		ДР			ДЗ	ДР			Контр.Р.		ОС	ДР	зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- ДЗ – домашнее задание;
- ОС – устный опрос студентов;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- контрольная работа;
- домашнее задание;
- устный опрос студентов.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. А. Александров, А. М. Архаров, И. А. Архаров. . Теплотехника. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017, 22 экз.
2. В. В. Сахин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Устройство и действие энергетических установок. Кн. 1 Поршневые машины. Паровые турбины. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 60 экз.
3. В. В. Сахин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Устройство и действие энергетических установок. Кн. 2 Газовые турбины. Теплообменные аппараты. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 60 экз.
4. В. В. Сахин, Е. М. Герлиман. . Термодинамика энергетических систем в примерах и задачах. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 241 экз.
5. В. Г. Лабейш. . Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. СПб.: Изд-во СЗТУ, 2003, эл. рес.
6. В. Л. Адамян. . Теория горения и взрыва. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.

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://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <https://urait.ru/> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
3. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474 — Библиотечно-издательский центр БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

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. Практические занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

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 **ТЕРМОДИНАМИКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ** 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-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением теоретических основ термодинамики энергетических установок и физической сущности процессов, протекающих при горении различных видов топлива.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- контрольная работа;
- домашнее задание;
- устный опрос студентов.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 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 об энергетических системах и топливах.		
Подготовка к лекционным и практическим занятиям. Самостоятельное изучение дополнительных материалов. Подготовка к контрольной работе	А. А. Александров, А. М. Архаров, И. А. Архаров. . Теплотехника: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017 (все главы)	10
Итого по разделу 1		10
Раздел 2. Техническая термодинамика объектов энергетики.		
Подготовка к лекционным и практическим занятиям. Самостоятельное изучение дополнительных материалов. Выполнение домашнего задания	А. А. Александров, А. М. Архаров, И. А. Архаров. . Теплотехника: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017 (глава 1) В. В. Сахин, Е. М. Герлиман. . Термодинамика энергетических систем в примерах и задачах: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (главы 1-8) В. В. Сахин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Устройство и действие энергетических установок. Кн. 1 Поршневые машины. Паровые турбины: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (все главы) В. В. Сахин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Устройство и действие энергетических установок. Кн. 2 Газовые турбины. Теплообменные аппараты: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (глава 5)	17
Итого по разделу 2		17
Раздел 3. Материальный и тепловой балансы процессов горения.		
Подготовка к лекционным и практическим занятиям. Самостоятельное изучение дополнительных материалов. Выполнение домашнего задания. Подготовка к контрольной работе.	В. Л. Адамян. . Теория горения и взрыва: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (все главы)	20
Итого по разделу 3		20
Раздел 4. Перспективные и альтернативные виды топлив.		
Подготовка к лекционным и практическим занятиям. Самостоятельное изучение	В. Г. Лабейш. . Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: СПб.: Изд-во СЗТУ, 2003 (все главы)	10

дополнительных материалов.		
Подготовка к зачёту по дисциплине.		
Итого по разделу 4		10

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- контрольная работа;
- домашнее задание;
- устный опрос студентов;
- 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.

Контрольная работа

Контрольная работа включает в себя задачи по темам практических занятий.

Применяется следующая оценка результатов:

- правильно решены 2 задачи - сдано;
- правильно решена 1 задача + незначительные ошибки в решении второй задачи - сдано;
- правильно решена 1 задача - не сдано;
- не решена ни одна задача - не сдано.

Примеры контрольных задач приведены в УМК дисциплины.

Домашнее задание

Домашнее задание включает в себя решение задач по темам практических занятий.

Применяется следующая оценка результатов:

- правильно решены 2 задачи - сдано;
- правильно решена 1 задача + незначительные ошибки в решении второй задачи - сдано;
- правильно решена 1 задача, либо в обеих задачах есть вычислительные ошибки при верной логике решения - не сдано;
- не решена ни одна задача - не сдано.

Примеры домашних заданий приведены в УМК дисциплины.

Устный опрос студентов

Студенту задаются 3 вопроса по разделу дисциплины. Для успешной аттестации необходимо правильно ответить не менее, чем на 2 вопроса. Студент должен показать владение теоретической информацией, полученной на лекционных занятиях и в рамках самостоятельной работы; ответ должен быть содержательным и аргументированным.

Список вопросов для устного опроса приведен в УМК дисциплины.

Зачет

Зачёт проводится в форме собеседования. Применяется следующая оценка результатов:

- правильный ответ на оба вопроса - зачтено;
- правильный ответ на один вопрос + правильные ответы на дополнительные вопросы - зачтено;
- нет правильных ответов ни на один вопрос - не зачтено.

Вопросы, выносимые на зачёт, приведены в УМК 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	Лекции	Практические занятия		ОПК-1	
3	6	Раздел 1. Общие сведения об энергетических системах и топливах.	21	11	8	3	10	10	Контрольная работа
3	6	Раздел 2. Техническая термодинамика объектов энергетики.	31	14	10	4	17	30	Домашнее задание
3	6	Раздел 3. Материальный и тепловой балансы процессов горения.	38	18	10	8	20	35	Контрольная работа
3	6	Раздел 4. Перспективные и альтернативные виды топлив.	18	8	6	2	10	25	Устный опрос студентов
Всего за 6 семестр			108	51	34	17	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	

Оценочные материалы по дисциплине ТЕРМОДИНАМИКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

ОПК-1 - Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Из каких компонентов состоит любое органическое топливо?

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

На какие типы для удобства расчетов делят горючие вещества?

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите вещество со значением его теплоты образования:

- 1) двуокись углерода;
- 2) вода в жидком состоянии;
- 3) сероводород;
- 4) метан.

А - 75,0 кДж/моль;

Б - 242,2 кДж/моль;

В - 286,6 кДж/моль;

Г - 396,6 кДж/моль;

Д - 201,1 кДж/моль.

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите физическую величину и её размерность:

- 1) коэффициент избытка воздуха;
- 2) количество вещества;
- 3) скорость горения топлива;
- 4) низшая теплота сгорания.

А - мм/с;

Б - кДж/кг;

В - кВт;

Г - безразмерная величина;

Д - %;

Е - кмоль.

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

Какой элемент является основным в любом топливе природного происхождения?

- 1) кислород;
- 2) углерод;
- 3) водород;
- 4) сера

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

Как называется отношение низшей теплоты сгорания нормируемого топлива к теплоте сгорания условного топлива?

- 1) реальное топливо;
- 2) количество условного топлива;
- 3) топливный эталон;
- 4) топливный эквивалент.

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

Чему равна теплота сгорания условного топлива?

- 1) 29,33 МДж/кг;
- 2) 293,3 МДж/кг;
- 3) 29,33 кДж/кг;
- 4) 293,3 кДж/кг.

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

Из нижеперечисленных утверждений выберите **верные**:

- 1) Объём 1 кмоль газа при нормальных условиях равен 22,4 мЗ;
- 2) Недостаток воздуха при горении напрямую способствует образованию продуктов неполного сгорания;
- 3) Массовое отношение азота и кислорода в воздухе, принятое для практических расчётов - 3,76;
- 4) Действительная температура горения большинства веществ более 2500 К.

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

Расставьте в правильной последовательности шаги, необходимые для определения температуры горения вещества.

- 1) определение средней энтальпии продуктов горения;
- 2) определение объёма и состава продуктов горения;
- 3) определение приближённой температуры горения;
- 4) определение низшей теплоты сгорания;
- 5) определение теплосодержания продуктов горения с приближённой температурой;
- 6) определение искомой температуры горения.

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

Какие из перечисленных природных ресурсов относят к исчерпаемым?

- 1) энергия ветра;
- 2) нефть;
- 3) биоресурсы;
- 4) энергия приливов и отливов.

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

Что относят к внутреннему балласту топлива?

- 1) кислород;
- 2) зола;
- 3) водород;
- 4) азот.

№ 12 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите указанные горючие вещества в порядке увеличения в них содержания углерода:

- 1) антрацит;
- 2) торф;
- 3) каменный уголь;
- 4) бурый уголь.