

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_ Левихин А.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ ЛОПАТОЧНЫХ МАШИН

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование жидкостных ракетных двигателей
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ 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	
3	6	4	144	85	51	0	34	59	0	0	59	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей**

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ \_\_\_\_\_

Юнаков Леонид Павлович, к.т.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Левихин А.А., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Левихин А.А., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ТЕОРИЯ ЛОПАТОЧНЫХ МАШИН**

### **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-5 — Способен проводить расчёты процессов в ракетных двигателях, прочности и надёжности изделий и их составных элементов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПК-5**

*знания:*

Знания проводить расчёты процессов в ракетных двигателях, прочности и надёжности изделий и их составных элементов.;

*умения:*

Умение проводить расчёты процессов в ракетных двигателях, прочности и надёжности изделий и их составных элементов.;

*навыки:*

Навык проводить расчёты процессов в ракетных двигателях, прочности и надёжности изделий и их составных элементов..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕОРИЯ ЛОПАТОЧНЫХ МАШИН** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ТОПЛИВА РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА И ТЕОРИИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЖРД, ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ РД.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-4 — Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов авиационной и ракетно-космической техники
- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач
- ОПК-6 — Способен осуществлять критический анализ научных достижений в области авиационной и ракетно-космической техники
- ПК-2 — Способен разрабатывать эскизный (технический) проект (аванпроект) по созданию (модернизации) жидкостных ракетных двигателей и их составных элементов
- ПК-6 — Способен проводить поиск, систематизировать и анализировать информацию по конструктивным и схемным решениям существующей ракетно-космической техники и их элементов

### 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-5
3	6	Раздел 1. Основные типы систем питания. Основные типы систем питания. Применение турбонасоса в составе ЖРД и ЖРДУ.	16	6	4	2	10	10
3	6	Раздел 2. Кинематические соотношения лопаточных машин. Кинематические соотношения турбомашин (планы скоростей турбин, насосов). Элементарная ступень машины. Решетка турбомашин. Понятия о рабочей и сопловой решетке в турбонасоса. применение в ЭНА в ЖРД - область компримиссов.	39	24	14	10	15	30
3	6	Раздел 3. Основные уравнения теории лопаточных машин. Силовое взаимодействие лопаток колеса с потоком жидкости. Физические модели циркуляции жидкости. Закон сохранения энергии для течения жидкости относительно равномерно вращающихся координат. Статический и динамический напоры колеса.	38	24	14	10	14	30
3	6	Раздел 4. Потери и КПД турбомашин. Кавитация в насосах РД. Основные потери в ЛМ. Банс мощности и потерь насосов и турбин. КПД ЛМ.	31	19	11	8	12	20
3	6	Раздел 5. Осевые насосы, турбины в ТНА РД. Осевые насосы в ТНА РД. Турбины РД. Основные характеристики турбин. Распределение газодинамических параметров по длине тракта.	20	12	8	4	8	10
Всего за 6 семестр			144	85	51	34	59	100
Всего по дисциплине			144	85	51	34	59	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Основные типы систем питания.	Практическое закрепление материалов лекционных занятий	2
2	Раздел 2. Кинематические соотношения лопаточных машин.	Построение планов скоростей. Практическое закрепление материалов лекционных занятий	10
3	Раздел 3. Основные уравнения теории лопаточных машин.	Определение действующих сил в колесе турбомашин. Практическое закрепление материалов лекционных занятий	10
4	Раздел 4. Потери и КПД турбомашин. Кавитация в насосах РД.	Расчет потерь, мощности и КПД ЛМ. Практическое закрепление материалов лекционных занятий	8
5	Раздел 5. Осевые насосы, турбины в ТНА РД.	Практическое закрепление материалов лекционных занятий	4
Всего за 6 семестр			34

#### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основные типы систем питания.	Изучение основной и дополнительной литературы. Подготовка к практическому занятию	10
2	Раздел 2. Кинематические соотношения лопаточных машин.	Изучение основной и дополнительной литературы. Подготовка к практическому занятию.	15
3	Раздел 3. Основные уравнения теории лопаточных машин.	Изучение основной и дополнительной литературы. Подготовка к практическому занятию.	14
4	Раздел 4. Потери и КПД турбомашин. Кавитация в насосах РД.	Изучение основной и дополнительной литературы. Подготовка к практическому занятию.	12
5	Раздел 5. Осевые насосы, турбины в ТНА РД.	Изучение основной и дополнительной литературы. Подготовка к практическому занятию.	8

#### 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	ТекК		Дисск.		ВРЗД	ДР		ТекК	ДР		ВРЗД				ВРЗД	ДР	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Дисск. – дискуссия;
- ВРЗД – вопросы по разделу.

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- дискуссия;
- вопросы по разделу.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. Б. В. Овсянников, Б. И. Боровский. Теория и расчёт агрегатов питания жидкостных ракетных двигателей. М.: Машиностроение, 1986, 50 экз.
2. Б. И. Боровский, Н. С. Ершов, Б. В. Овсянников. Высокооборотные лопаточные насосы. М.: Машиностроение, 1975, 16 экз.
3. М. Е. Рудяк. . Основы теории лопаточных машин. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 26 экз.
4. М. Е. Рудяк, Д. Г. Кравченко, А. А. Киришина. . Основы проектирования и расчёта систем подачи ЖРД. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, 17 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

1. Двигатель.

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

1. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Библиотечно-издательский центр БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова; — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов;;
3. <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](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:**

1. Проектор;
2. Интерактивная доска;
3. Плакатные материалы, содержащие общие виды или изображения изделий.

### **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 **ТЕОРИЯ ЛОПАТОЧНЫХ МАШИН** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-5 Способен проводить расчёты процессов в ракетных двигателях, прочности и надёжности изделий и их составных элементов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами теории лопаточных машин, рассмотрению гидравлических процессов происходящих в решетках турбомашин. Изучение неотделимо связано с этапом развития теории лопаточных машин. Дисциплина даёт понимание основных физические процессов, происходящих в каналах лопаток в системах питания жидкостных ракетных двигателях (турбонасосный агрегат).

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- дискуссия;
- вопросы по разделу.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**51 ч.**), практические занятия (**34 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.
<b>Раздел 1. Основные типы систем питания.</b>		
Изучение основной и дополнительной литературы. Подготовка к практическому занятию	Б. В. Овсянников, Б. И. Боровский. Теория и расчёт агрегатов питания жидкостных ракетных двигателей: М.: Машиностроение, 1986 (2)	10
Итого по разделу 1		10
<b>Раздел 2. Кинематические соотношения лопаточных машин.</b>		
Изучение основной и дополнительной литературы. Подготовка к практическому занятию.	М. Е. Рудяк. . Основы теории лопаточных машин: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (3)	15
Итого по разделу 2		15
<b>Раздел 3. Основные уравнения теории лопаточных машин.</b>		
Изучение основной и дополнительной литературы. Подготовка к практическому занятию.	М. Е. Рудяк, Д. Г. Кравченко, А. А. Киршина. . Основы проектирования и расчёта систем подачи ЖРД: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (1-2)	14
Итого по разделу 3		14
<b>Раздел 4. Потери и КПД турбомашин. Кавитация в насосах РД.</b>		
Изучение основной и дополнительной литературы. Подготовка к практическому занятию.	Б. И. Боровский, Н. С. Ершов, Б. В. Овсянников. Высокооборотные лопаточные насосы: М.: Машиностроение, 1975 (7-8)	12
Итого по разделу 4		12
<b>Раздел 5. Осевые насосы, турбины в ТНА РД.</b>		
Изучение основной и дополнительной литературы. Подготовка к практическому занятию.	М. Е. Рудяк. . Основы теории лопаточных машин: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (2)	8
Итого по разделу 5		8

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- дискуссия;
- вопросы по разделу;
- 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.

#### Вопросы для текущего контроля

Вопросы на понимание теоретических аспектов гидравлики во вращающихся каналах.

#### Дискуссия

Изучение проблемных вопросов по тематике турбомашин.

#### Вопросы по разделу

Изучение и самостоятельная работа вопросов по каждому разделу.

#### Экзамен

Экзамен автоматом проставляется отлично по по результате работы за семестр - от 60 до 100 баллов на основании ПО Moodle.

В случае если студент набрал менее 60 % баллов то тогда студента предлагается сдача экзамена по билетам.

Шкала перевода результатов обучающихся в оценки по дисциплине:

менее 51 неудовлетворительно / не зачтено

51 – 74 удовлетворительно / зачтено-удовлетворительно

75 – 84 хорошо / зачтено-хорошо

Для получения оценки зачтено-"отлично" обучающийся должен ответить на два теоретических вопроса по билету с полнотой ответа не менее 80% по каждому вопросу и дать ответы на один дополнительный вопрос преподавателя.

При неудовлетворительном ответе обучающегося итоговая оценка может быть снижена до оценки "удовлетворительно", критерием снижения оценки являются полнота ответа менее 60% по каждому вопросу.

Перечень теоретических вопросов к экзаменационным билетам входит в состав 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		ПК-5	
3	6	Раздел 1. Основные типы систем питания.	16	6	4	2	10	10	Вопросы для текущего контроля
3	6	Раздел 2. Кинематические соотношения лопаточных машин.	39	24	14	10	15	30	Дискуссия
3	6	Раздел 3. Основные уравнения теории лопаточных машин.	38	24	14	10	14	30	Вопросы по разделу
3	6	Раздел 4. Потери и КПД турбомашин. Кавитация в насосах РД.	31	19	11	8	12	20	Вопросы по разделу
3	6	Раздел 5. Осевые насосы, турбины в ТНА РД.	20	12	8	4	8	10	Вопросы для текущего контроля
Всего за 6 семестр			144	85	51	34	59	100	
Всего по дисциплине			144	85	51	34	59	100	

## Оценочные материалы по дисциплине ТЕОРИЯ ЛОПАТОЧНЫХ МАШИН

### **ПК-5 - Способен проводить расчёты процессов в ракетных двигателях, прочности и надёжности изделий и их составных элементов**

№ 1 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между силами в лопаточной и их действием

1. центробежные силы
2. кориолисовы силы инерции
3. циркуляционные силы

А. практически отсутствуют в осевой ЛМ, создают момент относительно оси вращения в радиальной ЛМ

Б. не создают момента относительно оси вращения

В. всегда создают момент относительно оси вращения в осевой и радиальной ЛМ

Г. практически отсутствуют в радиальной ЛМ, создают момент относительно оси вращения в осевой ЛМ

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

Основное преимущество ступени с постоянной циркуляцией заключается:

- 1) в малых гидравлических потерях
- 2) постоянной степени реактивности
- 3) переменной степени реактивности
- 4) наличие парного вихря

№ 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Назвать и дать определение составляющим вектора абсолютной скорости  $c$

№ 4 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите типы лопаточных машин в порядке роста их напора

1. осевые
2. центробежные
3. диагональные
4. шестеренчатые

№ 5 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Назвать назначение и конструктивное исполнение лопаточных машин

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

Основное преимущество ступени с постоянной циркуляцией заключается в:

- 1) малых гидравлических потерях,
- 2) в высоком КПД
- 3) в постоянстве напора по радиусу

4) постоянной степени реактивности

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

В реальной работающей лопаточной машине имеют место следующие необратимые потери механической энергии, в которых можно выделить:

- 1) внутренние потери
- 2) скоростные выходных потери
- 3) потери, связанные с утечками рабочего тела
- 4) потери на испарение жидкости в ЛМ

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

Лопаточные машины исполнители:

1. Подводят энергию к потоку жидкости или газа
2. Отводят энергию к потоку жидкости или газа
3. Преобразуют энергию потока в механическую работу
4. Преобразуют механическую работу в энергию потока

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

Ступень осевой турбины включает в себя следующие элементы:

1. неподвижный сопловой аппарат и подвижное рабочее колесо
2. только неподвижный сопловой аппарат
3. только подвижное рабочее колесо
4. Входной направляющий аппарат

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

Выберите основные элементы пера лопатки.

- 1) Входная кромка
- 2) Спинка
- 3) Корытце
- 4) Донце

№ 11 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие определений

1. входной фронт плоской решетки
2. выходной фронт решетки
3. шаг решетки
4. ширина решетки

А. Линия, проходящая через крайние точки выходных кромок профилей

Б. Линия, соединяющей наиболее удаленные точки средней линии профилей

В. Линия, проходящая через крайние точки входных кромок профилей

Г. Расстояние по нормали между фронтами решетки

Д. Расстояние по фронту между соответствующими точками соседних профилей

№ 12 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите типы лопаточных машин в порядке роста их КПД

1. осевые
2. центробежные
3. диагональные
4. шестеренчатые