

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Левихин А.А.
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ ЛОПАТОЧНЫХ МАШИН

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование технологических процессов производства авиационных, ракетных двигателей и энергетических установок
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	3	108	68	34	0	34	40	0	0	40	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 _____

Василевский Дмитрий Олегович, 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:

ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-5

знания:

на уровне представлений: основные теоретические и практические понятия и сведения, которые относятся к лопаточным машинам (ЛМ);

на уровне воспроизведения: современные схемы ЛМ и их удельные характеристики.

на уровне понимания: особенности функционирования ЛМ;;

умения:

теоретические: выбирать тип и схему ЛМ;

навыки:

разработки технических требований к изготовлению ЛМ и ее испытаниям.

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: **ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА И ТЕОРИИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК, ТЕРМОДИНАМИКА, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АВИАДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИИ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общинженерные и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-7 — Способен критически и системно анализировать достижения отрасли двигателестроения и энергетической техники и способы их применения в профессиональном контексте

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-5
3	6	Раздел 1. Основные типы систем питания. Основные типы систем питания. Назначение и области применения лопаточных машин на борту ЛА. Виды лопаточных машин.	12	7	5	2	5	10
3	6	Раздел 2. Кинематические соотношения лопаточных машин. Кинематические соотношения турбомашин (планы скоростей). Элементарная ступень машины. Решетка турбомашин. Лопатка турбомашин как основной рабочий орган.	12	7	7	0	5	10
3	6	Раздел 3. Основные уравнения теории лопаточных машин. Силевое взаимодействие лопаток колеса с рабочим телом. Физические модели циркуляции рабочего тела. Закон сохранения энергии для течения жидкости относительно равномерно вращающихся координат. Статический и динамический напоры колеса.	25	15	7	8	10	15
3	6	Раздел 4. Потери и КПД турбомашин. Кавитация. Основные уравнения лопаточных машин. Особенности радиальных (диагональных) и осевых машин.	23	13	5	8	10	15
3	6	Раздел 5. Осевые компрессоры, турбины. Осевые компрессоры. Турбины. Основные характеристики турбин. Турбины со ступенями давления и турбины со ступенями скорости (колеса Кертиса). Распределение газодинамических параметров по длине тракта.	13	13	5	8	0	25
3	6	Раздел 6. Работа турбомашин на нерасчетных режимах. Работа турбомашин на нерасчетных режимах. Работа лопаточной машины в режиме кавитации и суперкавитации. Основные сведения о причинах неустойчивой работы и о видах неустойчивости компрессоров.	23	13	5	8	10	25
Всего за 6 семестр			108	68	34	34	40	100
Всего по дисциплине			108	68	34	34	40	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.	Построение планов скоростей лопаточных машин различных типов.	2
2	Раздел 3. Основные уравнения теории лопаточных машин.	Исследование частных случаев уравнения Эйлера. Исследование физических моделей циркуляции рабочего тела в колесе турбомашин. Исследование особых видов турбомашин: ветряк, сегнерово колесо. Исследование различных способов закрутки лопаток по высоте для турбомашин различных типов.	8
3	Раздел 4. Потери и КПД турбомашин. Кавитация.	Исследование системы КПД для турбомашин различных типов. Теоретическое исследование работы турбомашин в режиме кавитации.	8
4	Раздел 5. Осевые компрессоры, турбины.	Исследование системы КПД турбин различных типов.	8
5	Раздел 6. Работа турбомашин на нерасчетных режимах.	Теоретическое исследование работы турбомашин на нерасчетном режиме	8
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.	Углубленное изучение материалов раздела	5
2	Раздел 2. Кинематические соотношения лопаточных машин.	Углубленное изучение материалов раздела	5
3	Раздел 3. Основные уравнения теории лопаточных машин.	Углубленное изучение материалов раздела Подготовка к практическому занятию	10
4	Раздел 4. Потери и КПД турбомашин. Кавитация.	Углубленное изучение материалов раздела Подготовка к практическому занятию	10
5	Раздел 6. Работа турбомашин на нерасчетных режимах.	Углубленное изучение материалов раздела Подготовка к практическому занятию	10
Всего за 6 семестр			40

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			ВРЗД		ВРЗД	ДР		ВРЗД		ДР	Вопр. Экз	ВРЗД		ВРЗД		ДР	ВРЗД

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ВРЗД – вопросы по разделу;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

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

- диагностическая работа;
- вопросы по разделу;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. А. Иноземцев, М. А. Нихамкин, В. Л. Сандрацкий. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Т. 1 Общие сведения. Основные параметры и требования. Конструктивные и силовые схемы. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
2. В. Е. Михальцев, В. Д. Моляков. . Теория и проектирование газовой турбины. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020, эл. рес.
3. М. Е. Рудяк. . Основы теории лопаточных машин. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, эл. рес.
4. Ю. А. Ржавин, А. Б. Агульник, С. А. Гусаров. . Теория компрессоров и турбин авиационных ГТД. Москва: МАИ, 2022, эл. рес.

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 - 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.

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*:

ОПК-5 Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением теоретических основ проектирования различных типов лопаточных машин (ЛМ), выбора типа и схемы ЛМ, ее расчета и разработки технических требований к ее изготовлению и испытаниям.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы по разделу;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**40 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 40 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. Основные типы систем питания.		
Углубленное изучение материалов раздела	А. А. Иноземцев, М. А. Нихамкин, В. Л. Сандрацкий. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Т. 1 Общие сведения. Основные параметры и требования. Конструктивные и силовые схемы: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (1)	5
Итого по разделу 1		5
Раздел 2. Кинематические соотношения лопаточных машин.		
Углубленное изучение материалов раздела	Ю. А. Ржавин, А. Б. Агульник, С. А. Гусаров. . Теория компрессоров и турбин авиационных ГТД: Москва: МАИ, 2022 (3, 6)	5
Итого по разделу 2		5
Раздел 3. Основные уравнения теории лопаточных машин.		
Углубленное изучение материалов раздела Подготовка к практическому занятию	Ю. А. Ржавин, А. Б. Агульник, С. А. Гусаров. . Теория компрессоров и турбин авиационных ГТД: Москва: МАИ, 2022 (2)	10
Итого по разделу 3		10
Раздел 4. Потери и КПД турбомашин. Кавитация.		
Углубленное изучение материалов раздела Подготовка к практическому занятию	В. Е. Михальцев, В. Д. Моляков. . Теория и проектирование газовой турбины: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020 (2) М. Е. Рудяк. . Основы теории лопаточных машин: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (6)	10
Итого по разделу 4		10
Раздел 6. Работа турбомашин на нерасчетных режимах.		
Углубленное изучение материалов раздела Подготовка к практическому занятию	Ю. А. Ржавин, А. Б. Агульник, С. А. Гусаров. . Теория компрессоров и турбин авиационных ГТД: Москва: МАИ, 2022 (9)	10
Итого по разделу 6		10

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы по разделу;
- вопросы к экзамену;
- 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 по разделу

Контроль проводится в форме собеседования, включает в себя ответы на три контрольных вопроса. Оценивается полнота и качество ответа.

Контроль считается пройденным, если процент правильных ответов на каждый вопрос выше 70%. Вопросы по каждому из разделов содержатся в УМК дисциплины.

Вопросы к экзамену

Вопросы выдаются преподавателем дисциплины в середине семестра.

Экзамен

Экзамен проходит в форме ответов на теоретические вопросы по билету. Оценивается полнота и правильность ответа по билету, включающему два вопроса.

«Отлично»: правильный ответ на вопросы билета с полнотой ответа не менее 80% по каждому вопросу и ответы на 2-3 дополнительных вопроса преподавателя из списка вопросов со степенью полноты ответа не менее 30% по каждому вопросу.

«Хорошо»: правильный ответ на вопросы билета с полнотой ответа не менее 80% по каждому вопросу.

«Удовлетворительно»: правильный ответ на вопросы билета с полнотой ответа не менее 60% по каждому вопросу.

«Неудовлетворительно»: правильный ответ на вопросы билета с полнотой ответа менее 60% по каждому вопросу.

Комплект экзаменационных билетов 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		ОПК-5	
3	6	Раздел 1. Основные типы систем питания.	12	7	5	2	5	10	Вопросы по разделу
3	6	Раздел 2. Кинематические соотношения лопаточных машин.	12	7	7	0	5	10	Вопросы по разделу
3	6	Раздел 3. Основные уравнения теории лопаточных машин.	25	15	7	8	10	15	Вопросы по разделу
3	6	Раздел 4. Потери и КПД турбомашин. Кавитация.	23	13	5	8	10	15	Вопросы по разделу
3	6	Раздел 5. Осевые компрессоры, турбины.	13	13	5	8	0	25	Вопросы по разделу, Вопросы к экзамену
3	6	Раздел 6. Работа турбомашин на нерасчетных режимах.	23	13	5	8	10	25	Вопросы по разделу
Всего за 6 семестр			108	68	34	34	40	100	
Всего по дисциплине			108	68	34	34	40	100	

Оценочные материалы по дисциплине ТЕОРИЯ ЛОПАТОЧНЫХ МАШИН

ОПК-5 - Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач

№ 1 Прочитайте текст и установите соответствие

В таблице приводятся агрегаты и их принцип действия. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца.

Агрегат	Принцип действия
1. Компрессор А. Машина исполнитель	
2. Турбина Б. Машина двигатель	
3. Насос	
4. Вентилятор	

№ 2 Прочитайте текст и установите соответствие

В таблице приведены буквенные обозначения и вид скоростей. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца.

Обозначение	Вид
1. с	А. относительная
2. u	Б. абсолютная
3. w	В. окружная
	Г. угловая

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

Выберите из какого материала чаще всего изготавливаются лопатки турбины и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

1. Бронзовые сплавы
2. Никелевые сплавы
3. Стали
4. Титановые сплавы

№ 4 Прочитайте текст и установите последовательность

Приводится описание углов элементарной ступени турбины, укажите их последовательность в ступени. Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо

1. угол потока в относительном движении на выходе из рабочего колеса
2. угол потока в относительном движении на входе в рабочее колесо
3. угол потока в абсолютном движении за сопловым аппаратом
4. угол потока за ступенью

№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите слева направо правильный порядок расположения частей центробежного компрессора.

1. вращающийся направляющий аппарат
2. неподвижный направляющий аппарат
3. рабочее колесо
4. безлопаточный диффузор
5. выходное устройство
6. лопаточный диффузор

- № 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Выберите функцию машин двигателей и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.
1. Подводят энергию к потоку жидкости или газа
 2. Отводят энергию к потоку жидкости или газа
 3. Преобразуют энергию потока в механическую работу
 4. Нет правильного ответа
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Выберите для чего служит входной направляющий аппарат в компрессоре и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.
1. Для выравнивания потока
 2. Для предварительной закрутки
 3. Для разогрева воздуха
 4. Для перепуска воздуха на охлаждения лопаток турбины
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Выберите из чего состоит ступень компрессора и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.
1. Входная система
 2. Входной направляющий аппарат
 3. Рабочее колесо
 4. Выходной системы
- № 9 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Что такое щелевой диффузор в центробежном компрессоре и какую функцию он выполняет?
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Выберите из какого материала чаще всего изготавливаются лопатки компрессора для первых и последних ступеней, а также запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.
1. Бронзовые сплавы
 2. Титановые сплавы
 3. Сталь
 4. Никелевые сплавы
- № 11 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Зачем применяется операция осреднения для абсолютных скоростей c_1 и c_2 в формулах Эйлера?
- № 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Укажите верные ответы, в каких отраслях применяются лопаточные машины и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.
1. авиакосмической
 2. энергетической
 3. транспортной
 4. лесной