Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 18.09.2025 14:05:25
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Транспортный факультет

УТВЕРЖДАЮ
И.о. декана
/М.Р. Рыбакова/
«27» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Лопаточные машины систем воздухоподачи

Направление подготовки/ специальность
13.04.03 «Энергетическое машиностроение»

Профиль/ специализация
Проектирование и эксплуатация двигателей для инновационного транспорта

Квалификация
Магистр

Форма обучения
Очная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):

к.т.н., проф. /А.И. Федулов/

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Энергоустановки для транспорта и малой энергетики», д.т.н. /Г.Г. Надарейшвили/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3. Структура и содержание дисциплины 4
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость 4
3.2 Тематический план изучения дисциплины 6
3.3 Содержание дисциплины 8
3.4 Тематика семинарских/практических занятий 8
3.4.1. Семинарские/практические занятия 8
3.4.2. Лабораторные занятия 8
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 8
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 8
4.1 Нормативные документы и ГОСТы 9
4.2 Основная литература 9
4.3 Дополнительная литература 9
4.4 Электронные образовательные ресурсы 9
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 9
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 9
5. Материально-техническое обеспечение 10
6. Методические рекомендации 11
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 11
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 12
7. Фонд оценочных средств 12
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 13
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 13
7.3 Оценочные средства 14
Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке 1 (6-я неделя, ПК-1) 14
Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке 2 (12-я неделя, ПК-1) 16
Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации студентов (оценка знаний, умений, навыков-компетенций: ПК-1) 19

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО и образовательной программы.

Задачами освоения дисциплины являются:

- приобретение обучающимися знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса;
- оценка достижения обучающимися планируемых результатов обучения как этапа формирования соответствующих компетенций.

Обучение по дисциплине «Лопаточные машины систем воздухоподачи» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем	ИПК-2.1. Знает как осуществлять работы по анализу научно-технической информации и результатов исследований ИПК-2.2. Умеет участвовать в работах по поиску и анализу научно-технической информации ИПК-2.3. Владеет навыками обработки и анализу научно-технической информации и результатов исследований
	ИПК-3.1. Знает как осуществляется руководство коллективом при выполнении НИР ИПК-3.2. Умеет участвовать в составе группы работников в проведении исследований ИПК-3.3. Владеет навыками работы в научном коллективе, знает обязанности каждого сотрудника и может планировать НИР

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина является факультативной.

Учащийся должен обладать следующими «входными» знаниями, умениями и владеть: навыками критического восприятия информации; обладать, как бакалавр, сформировавшимися компетенциями в области естественнонаучных и математических дисциплин, готовностью использовать основные закономерности в рамках задач курса, знать основы гидрогазодинамики, а также владеть информационными технологиями.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы (72 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			3

1	Аудиторные занятия	36	36
	В том числе:		
	Лекции	18	18
	Семинарские/практические занятия	18	18
	Лабораторные занятия	–	–
2	Самостоятельная работа	36	36
3	Промежуточная аттестация		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	Зачёт	Зачёт
	Итого	72	72

3.2 Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Всего	Аудиторная работа	Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	Цели и задачи курса. Понятие лопаточной машины воздухоподачи.	8	4	2	2	–	4
2	Уравнение неразрывности. Теорема количества движения. Уравнение Бернулли.	8	4	2	2	–	4
3	Параметры работы вентиляторов. Рабочее колесо центробежного вентилятора. Определение основных размеров рабочего колеса.	8	4	2	2	–	4
4	Устройство осевого вентилятора. Схемы вентиляторов.	8	4	2	2	–	4
5	Рабочее колесо осевого вентилятора. Распределение параметров потока по высоте лопаток.	8	4	2	2	–	4
6	Максимальное давление, развиваемое вентилятором. Особенности характеристик вентиляторов.	8	4	2	2	–	4
7	Пульсации давления. Пересчёт характеристик геометрически подобных машин.	8	4	2	2	–	4
8	Расчёт одноступенчатого центробежного вентилятора.	8	4	2	2	–	4

9	Расчёт осевого вентилятора.	8	4	2	2	–	4
	Итого:	72	36	18	18	–	36

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Общие сведения о вентиляторах.
Цели и задачи курса. Понятие лопаточной машины воздухоподачи. Уравнение неразрывности. Теорема количества движения. Уравнение Бернулли. Параметры работы вентиляторов.

Тема 2. Центробежные вентиляторы.
Рабочее колесо центробежного вентилятора. Определение основных размеров рабочего колеса.

Тема 3. Осевые вентиляторы.
Устройство осевого вентилятора. Схемы вентиляторов. Рабочее колесо осевого вентилятора. Распределение параметров потока по высоте лопаток. Максимальное давление, развиваемое вентилятором.

Тема 4. Характеристики вентиляторов.
Особенности характеристик вентиляторов. Пульсации давления. Пересчёт характеристик геометрически подобных машин.

Тема 5. Расчёты вентиляторов.
Расчёт одноступенчатого центробежного вентилятора. Расчёт осевого вентилятора.

3.4 Тематика семинарских/практических занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Практическое занятие №1 «Вводное практическое занятие».
Практическое занятие №2 «Подбор конструктивной схемы вентилятора».
Практическое занятие №3 «Треугольники скоростей в рабочем колесе вентилятора».
Практическое занятие №4 «Построение геометрии вентилятора по одномерной методике».
Практическое занятие №5 «Построение трёхмерной геометрии ступени вентилятора».
Практическое занятие №6 «Согласование ступеней в двухступенчатом вентиляторе».
Практическое занятие №7 «Расчёт параметров центробежного вентилятора».
Практическое занятие №8 «Расчёт параметров одноступенчатого осевого вентилятора».
Практическое занятие №9 «Расчёт параметров двухступенчатого осевого вентилятора».

3.4.2. Лабораторные занятия

Лабораторные работы по дисциплине не предусмотрены.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовой проект (курсовая работа) по дисциплине не предусмотрены

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Нормативные документы и ГОСТы по дисциплине не предусмотрены.

4.2 Основная литература

1. Кузнецов, Ю. В. Насосы, вентиляторы, компрессоры / Ю. В. Кузнецов, А. Г. Никифоров. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 304 с. URL: https://e.lanbook.com/book/199508

2. Толстых, А. В. Насосы, вентиляторы и компрессоры : учебное пособие / А. В. Толстых, Ю. Н. Дорошенко, В. В. Пенявский. — Томск : ТГАСУ, 2018. — 160 с. URL: https://e.lanbook.com/book/138990

4.3 Дополнительная литература

1. Толстых, А. В. Насосы, вентиляторы и компрессоры в системах теплогазоснабжения и вентиляции : учебное пособие / А. В. Толстых, Ю. Н. Дорошенко, В. В. Пенявский. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 176 с. URL: https://e.lanbook.com/book/281294

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Курс «Лопаточные машины систем воздухоподачи»
URL: https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=7603

4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее ПО:
Операционная система Windows 7 и выше, Офисные приложения Microsoft Office.

4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для освоения дисциплины рекомендуются следующие сайты информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

http://минобрнауки.рф/ - Министерство образования и науки РФ;
http://fcior.edu.ru/ - Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов;
http://fgosvo.ru/ - Портал Федеральных государственных образовательных стандартов;
http://www.consultant.ru/ - Справочная правовая система «Консультант Плюс»;
http://www.garant.ru/ - Справочная правовая система «Гарант»;
http://www.edu.ru/ - Российское образование. Федеральный портал;
http://www.opengost.ru/ - Сайт, содержащий полные тексты нормативных документов.

Перечень информационных систем:

Научная библиотека Московского политехнического университета. http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog

База данных содержит в себе 102678 учебных материалов различной направленности 1939 из которых полнотекстовые. Доступ к электронному каталогу можно получить с любого устройства, имеющим подключение к интернету.

Электронный каталог БИЦ МГУП.
http://mgup.ru/library/

Электронный каталог позволяет производить поиск по базе данных библиотеки МГУП.

ЭБС издательства «ЛАНЬ».

https://e.lanbook.com/

ЭБС «ЛАНЬ» - ресурс, предоставляющий online-доступ к научным журналам и полнотекстовым коллекциям книг различных издательств.

Доступ к ЭБС издательства «ЛАНЬ» осуществляется со всех компьютеров университета.

ЭБС «Polpred».

http://polpred.com/news

ЭБС представляет собой архив важных публикаций, собираемых вручную. База данных с рубрикатором: 53 отрасли/ 600 источников/ 9 федеральных округов РФ/ 235 стран и территорий/ главные материалы/ статьи и интервью 8000 первых лиц. Для доступа к полным текстам ЭБС с компьютеров на территории учебных корпусов университета авторизация не требуется.

«КиберЛенинка» - научная библиотека открытого доступа.

http://cyberleninka.ru/

Это научная электронная библиотека открытого доступа (Open Access).

Библиотека комплектуется научными статьями, публикациями в журналах России и ближнего зарубежья. Научные тексты, представленные в библиотеке, размещаются в интернете бесплатно, в открытом доступе. Пользователям библиотеки предоставляется возможность читать научные работы с экрана планшета, мобильного телефона и других современных мобильных устройств.

Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU».

http://elibrary.ru/defaultx.asp

Крупнейшая в России электронная библиотека научных публикаций, обладающая богатыми возможностями поиска и анализа научной информации. Библиотека интегрирована с Российским индексом научного цитирования (РИНЦ) - созданным по заказу Минобрнауки РФ бесплатным общедоступным инструментом измерения публикационной активности ученых и организаций.

Реферативная и наукометрическая электронная база данных «Scopus».

https://www.scopus.com/home.uri

Индексирует не менее 20500 реферируемых научных журналов, которые издаются не менее чем 5000 издательствами и содержат не менее 47 млн. библиографических записей, из которых не менее 24 млн. включают в себя списки цитируемой литературы.

База данных «Knovel» издательства «Elsevir».

https://app.knovel.com/web/

Полнотекстовая база данных для поиска инженерной информации и поддержки принятия инженерных решений.

Доступ к электронным базам данных «Scopus» и «Knovel» осуществляется круглосуточно через сеть Интернет в режиме он-лайн по IP-адресам, используемым университетом для выхода в сеть Интернет.

Поисковые интернет-системы: Google, Yandex, Yahoo, Mail, Rambler, Bing и др.

Информационная система предоставляет свободный доступ к каталогу образовательных Интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно- методической библиотеке для общего и профессионального образования. Доступ с любого компьютера, подключенного к Интернет.

5. Материально-техническое обеспечение

1. Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-222 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13

2. Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-223 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13

3. Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-224 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13

4. Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Н-406 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13

5. Комплекты мебели для учебного процесса.

6. Мультимедийное оборудование: Экран для проектора, переносной ноутбук, переносной проектор.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- четко представлять себе, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- познакомится с видами учебной работы;
- изучить содержание разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию

лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины осуществляется при контактной работе с преподавателем и в процессе самостоятельной работы. Эффективное освоение дисциплины предполагает регулярное посещение всех видов аудиторных занятий, выполнение плана самостоятельной работы в полном объеме и прохождение аттестации в соответствии с календарным учебным графиком.

Студенту рекомендуется ознакомиться со списком основной и дополнительной литературы и взять в библиотеке издания в твёрдой копии (необходимо иметь при себе читательский билет и уметь пользоваться электронным каталогом).

Доступ к информационным ресурсам библиотеки и информационно-справочным системам сети «Интернет» организован в читальных залах библиотеки со стационарных ПЭВМ, либо с личного ПЭВМ (ноутбука, планшетного компьютера или иного мобильного устройства) посредством беспроводного доступа при активации индивидуальной учетной записи.

Пользование информационными ресурсами расширяет возможности освоения теоретического курса, выполнения самостоятельной работы и позволяет получить информацию для реализации творческих образовательных технологий: выполнения реферата на заданную или самостоятельно выбранную тему в рамках тематики дисциплины.

Изучение дисциплины должно сопровождаться интенсивной самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателями литературными источниками и с материалами, полученными на лекционных занятиях. Студент должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого дня изучения дисциплины и проводить их регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать, перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем-консультантом и студентами, направленное на разрешение проблем и внесение позитивных изменений в деятельность студентов.

7. Фонд оценочных средств

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов предусмотрен фонд оценочных средств (ФОС), позволяющий оценить достижение запланированных результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций. Фонд оценочных средств состоит из комплектов контрольно-оценочных средств. Комплекты контрольно-оценочных средств включают в себя контрольно-оценочные материалы, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций.

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Оценивание и контроль сформированности компетенций осуществляется с помощью текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации. Для этого семестр делится на три периода. По окончанию первого периода (контрольная точка 1 (КТ1)) проводится собеседование со студентами по изученному на данный момент материалу. По окончанию второго периода обучения (КТ2) проводится аналогичная процедура. Третий период заканчивается промежуточной аттестацией по всему пройдённому материалу.

Текущий контроль успеваемости студентов предназначен для повышения мотивации студентов к систематическим занятиям, оценивания степени усвоения студентами учебного материала. Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение периода теоретического обучения семестра по всем видам аудиторных занятий и самостоятельной работы студента.

К формам контроля текущей успеваемости по дисциплине относится собеседование и тестирование. Критерии прохождения студентами текущего контроля следующие. При текущем контроле успеваемости обучающихся применяется система оценивания в виде отметки «зачтено» и «не зачтено».

Результаты текущего контроля успеваемости учитываются преподавателем при проведении промежуточной аттестации. Отставание студента от графика текущего контроля успеваемости по изучаемой дисциплине приводит к образованию текущей задолженности.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра. Промежуточная аттестация помогает оценить более крупные совокупности знаний и умений, формирование определенных профессиональных компетенций.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

При контроле успеваемости используется следующая шкала оценивания:

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

При текущем контроле успеваемости с помощью тестов выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если выполнено верно более 75% заданий теста (набрано более 15 баллов).

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если выполнено верно менее 75% (набрано менее 15 баллов).

7.3 Оценочные средства

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке 1 (6-я неделя, ПК-1)

1. Понятие «гидродинамическая решётка».
2. Понятие «треугольник скоростей».
3. Составляющие векторов скоростей.
4. Вентиляторы как лопаточные машины.
5. Область применения вентиляторов.
6. Классификация и составляющие вентиляторного устройства.
7. Осевой вентилятор.
8. Диагональный вентилятор.
9. Центробежный вентилятор.
10. Диффузоры в вентиляторных устройствах.
11. Понятие «сеть».
12. Математическая модель осевого вентилятора при его проектировании и разработке.
13. Основные допущения расчетной методики.
14. Исходные данные для расчета.
15. Термодинамические и газодинамические параметры и критерии.
16. Геометрические параметры и критерии.
17. Характеристики решетки профилей.
18. Характеристики и параметры диффузоров.
19. Характеристики и параметры рабочей решетки вентилятора и вентиляторного устройства.
20. Влияние конечного числа лопаток.

21. Базовые понятия теории лопаточных машин и их место в современной промышленности
22. Первоначальные сведения о лопаточных машинах
23. Лопатка основной элемент лопаточной машины
24. Понятие о ступени лопаточной машины
25. Ступень компрессора
26. Ступень турбины
27. Области применения лопаточных машин
28. Назначение и место лопаточных машин в системе газотурбинных двигателей авиационного и наземного назначения
29. Назначение и место лопаточных машин в системе наддува двигателя
30. внутреннего сгорания
31. Требования, предъявляемые к лопаточным машинам
32. Базовая терминология теории лопаточных машин
33. Понятие об элементарной решетке профилей
34. Обозначения направлений и базовых поверхностей в теории лопаточных машин
35. Характерные (контрольные) сечения турбомашины и структура построения индексов параметров
36. Модели рабочего процесса в лопаточных машинах
37. Одномерная модель потока в лопаточной машине
38. Двухмерная модель потока в лопаточной машине
39. Трехмерная модель потока в лопаточной машине
40. Основные геометрические параметры ступени основных типов турбомашин
41. Основные геометрические параметры ступени осевого компрессора
42. Основные геометрические параметры ступени центробежного компрессора
43. Основные элементы и геометрические параметры профиля лопатки и турбинной решетки профилей
44. Геометрические параметры ступени центростремительной турбины
45. Основные геометрические параметры насоса

46. Базовые уравнения теории лопаточных машин

47. Газодинамические функции

48. Параметры торможения

49. Безразмерные скорости в теории турбомашин

50. Газодинамические функции

51. Уравнение неразрывности

52. Уравнения сохранения энергии

53. Уравнение энергии в механической форме в абсолютном движении

54. Уравнение энергии в механической форме в относительном движении

55. Уравнение энергии в тепловой форме в абсолютном движении

56. Уравнение энергии в тепловой форме в относительном движении

57. Уравнение количества движения

58. Уравнение моментов количества движения

59. Основные выводы из уравнения моментов количества движения

60. Влияние частоты вращения на работу ступени

61. Понятие о треугольниках скоростей

62. Влияние разности на работу ступени

63. Основные закономерности течения в межлопаточных каналах и механизмы потерь

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке 2 (12-я неделя, ПК-1)

1. Потери трения и концевые потери
2. Кромочные потери
3. Потери связанные с отрывом потока
4. Волновые потери
5. Вторичные потери
6. Потери в радиальном зазоре
7. Потери в осевом зазоре

8. Дисковые потери
9. Основные закономерности рабочего процесса лопаточного компрессора
10. Компрессор. Основные понятия, определения, типы
11. Принцип действия ступени компрессора
12. Изменение основных параметров по длине проточной части компрессора
13. Основные параметры, характеризующие работу ступени компрессора
14. Геометрические параметры ступени компрессора
15. Кинематические параметры компрессора
16. Энергетические параметры
17. Степень сжатия компрессора
18. Преобразование энергии в ступени компрессора
19. Степень реактивности
20. Закрутка потока на входе в ступень компрессора
21. Условия совместной работы элементарных ступеней, расположенных на различных радиусах
22. Ступень с постоянной циркуляцией
23. Ступень с постоянной реактивностью
24. Рабочий процесс центробежного компрессора
25. Схема ступени центробежного компрессора
26. Преимущества и недостатки ЦБК
27. Относительные безразмерные параметры
28. Степень реактивности ступени ЦБК
29. Течение воздуха в ЦБК
30. Входное устройство
31. Рабочее колесо
32. Вход в рабочее колесо
33. Классификация рабочих колес ЦБК
34. Выход из рабочего колеса при бесконечном числе лопаток

35. Силовое воздействие на воздух в межлопаточном канале
36. Приблизительная оценка КПД ступени ЦБК
37. Потери энергии в рабочем колесе
38. Использование программного комплекса «Concepts NREC» при проектировании ступени вентилятора.
39. Особенности построения геометрии ступени вентилятора в программе «AxCent».
40. Методы оценки геометрических и газодинамических параметров ступени вентилятора в программе «AxCent».
41. Моделирование течения потока воздуха в проточной части ступени вентилятора в трёхмерной постановке.
42. Особенности процесса создания сети конечных элементов для модели ступени вентилятора.
43. Условия итерационного схождения и граничные условия при организации компьютерных вычислений.
44. Верификация одномерных методик расчёта по результатам поверочных трёхмерных расчётов.
45. Испытания вентилятора при его проектировании и разработке.
46. Параметры, характеризующие работу вентилятора.
47. Экспериментальные исследования параметров вентиляторов.
48. Система измерений и схема замеров.
49. Алгоритмы снятия показаний и обработки результатов измерений.
50. Характеристики вентиляторов в абсолютных координатах
51. Характеристики вентиляторов в относительных координатах
52. Характеристики вентиляторов в приведённых координатах
53. Оптимизационные мероприятия по улучшению параметров вентиляторов.
54. Влияние закрутки потока на КПД ступени вентилятора.
55. Влияние кривизны меридиональных обводов на характер движения потока воздуха.
56. Влияние распределения конструктивного угла по длине лопатки рабочего колеса вентилятора на скоростную неравномерность в межлопаточном канале.
57. Влияние распределения толщины по длине лопатки на характер движения потока воздуха.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации студентов (оценка знаний, умений, навыков-компетенций: ПК-1)

1. Понятие «гидродинамическая решётка».
2. Понятие «треугольник скоростей».
3. Составляющие векторов скоростей.
4. Вентиляторы как лопаточные машины.
5. Область применения вентиляторов.
6. Классификация и составляющие вентиляторного устройства.
7. Осевой вентилятор.
8. Диагональный вентилятор.
9. Центробежный вентилятор.
10. Диффузоры в вентиляторных устройствах.
11. Понятие «сеть».
12. Математическая модель осевого вентилятора при его проектировании и разработке.
13. Основные допущения расчетной методики.
14. Исходные данные для расчета.
15. Термодинамические и газодинамические параметры и критерии.
16. Геометрические параметры и критерии.
17. Характеристики решетки профилей.
18. Характеристики и параметры диффузоров.
19. Характеристики и параметры рабочей решетки вентилятора и вентиляторного устройства.
20. Влияние конечного числа лопаток.
21. Использование программного комплекса «Concepts NREC» при проектировании ступени вентилятора.
22. Особенности построения геометрии ступени вентилятора в программе «AxCent».
23. Методы оценки геометрических и газодинамических параметров ступени вентилятора в программе «AxCent».

24. Моделирование течения потока воздуха в проточной части ступени вентилятора в трёхмерной постановке.
25. Особенности процесса создания сети конечных элементов для модели ступени вентилятора.
26. Условия итерационного схождения и граничные условия при организации компьютерных вычислений.
27. Верификация одномерных методик расчёта по результатам поверочных трёхмерных расчётов.
28. Испытания вентилятора при его проектировании и разработке.
29. Параметры, характеризующие работу вентилятора.
30. Экспериментальные исследования параметров вентиляторов.
31. Система измерений и схема замеров.
32. Алгоритмы снятия показаний и обработки результатов измерений.
33. Характеристики вентиляторов в абсолютных координатах
34. Характеристики вентиляторов в относительных координатах
35. Характеристики вентиляторов в приведённых координатах
36. Оптимизационные мероприятия по улучшению параметров вентиляторов.
37. Влияние закрутки потока на КПД ступени вентилятора.
38. Влияние кривизны меридиональных обводов на характер движения потока воздуха.
39. Влияние распределения конструктивного угла по длине лопатки рабочего колеса вентилятора на скоростную неравномерность в межлопаточном канале.
40. Влияние распределения толщины по длине лопатки на характер движения потока воздуха.
41. Базовые понятия теории лопаточных машин и их место в современной промышленности
42. Первоначальные сведения о лопаточных машинах
43. Лопатка основной элемент лопаточной машины
44. Понятие о ступени лопаточной машины
45. Ступень компрессора
46. Ступень турбины

47. Области применения лопаточных машин
48. Назначение и место лопаточных машин в системе газотурбинных двигателей авиационного и наземного назначения
49. Назначение и место лопаточных машин в системе наддува двигателя
50. внутреннего сгорания
51. Требования, предъявляемые к лопаточным машинам
52. Базовая терминология теории лопаточных машин
53. Понятие об элементарной решетке профилей
54. Обозначения направлений и базовых поверхностей в теории лопаточных машин
55. Характерные (контрольные) сечения турбомашины и структура построения индексов параметров
56. Модели рабочего процесса в лопаточных машинах
57. Одномерная модель потока в лопаточной машине
58. Двухмерная модель потока в лопаточной машине
59. Трехмерная модель потока в лопаточной машине
60. Основные геометрические параметры ступени основных типов турбомашин
61. Основные геометрические параметры ступени осевого компрессора
62. Основные геометрические параметры ступени центробежного компрессора
63. Основные элементы и геометрические параметры профиля лопатки и турбинной решетки профилей
64. Геометрические параметры ступени центростремительной турбины
65. Основные геометрические параметры насоса
66. Базовые уравнения теории лопаточных машин
67. Газодинамические функции
68. Параметры торможения
69. Безразмерные скорости в теории турбомашин
70. Газодинамические функции
71. Уравнение неразрывности
72. Уравнения сохранения энергии

73. Уравнение энергии в механической форме в абсолютном движении

74. Уравнение энергии в механической форме в относительном движении

75. Уравнение энергии в тепловой форме в абсолютном движении

76. Уравнение энергии в тепловой форме в относительном движении

77. Уравнение количества движения

78. Уравнение моментов количества движения

79. Основные выводы из уравнения моментов количества движения

80. Влияние частоты вращения на работу ступени

81. Понятие о треугольниках скоростей

82. Влияние разности на работу ступени

83. Основные закономерности течения в межлопаточных каналах и механизмы потерь

84. Потери трения и концевые потери

85. Кромочные потери

86. Потери связанные с отрывом потока

87. Волновые потери

88. Вторичные потери

89. Потери в радиальном зазоре

90. Потери в осевом зазоре

91. Дисковые потери

92. Основные закономерности рабочего процесса лопаточного компрессора

93. Компрессор. Основные понятия, определения, типы

94. Принцип действия ступени компрессора

95. Изменение основных параметров по длине проточной части компрессора

96. Основные параметры, характеризующие работу ступени компрессора

97. Геометрические параметры ступени компрессора

98. Кинематические параметры компрессора

99. Энергетические параметры

100. Степень сжатия компрессора

101. Преобразование энергии в ступени компрессора

102. Степень реактивности

103. Закрутка потока на входе в ступень компрессора

104. Условия совместной работы элементарных ступеней, расположенных на различных радиусах

105. Ступень с постоянной циркуляцией

106. Ступень с постоянной реактивностью

107. Рабочий процесс центробежного компрессора

108. Схема ступени центробежного компрессора

109. Преимущества и недостатки ЦБК

110. Относительные безразмерные параметры

111. Степень реактивности ступени ЦБК

112. Течение воздуха в ЦБК

113. Входное устройство

114. Рабочее колесо

115. Вход в рабочее колесо

116. Классификация рабочих колес ЦБК

117. Выход из рабочего колеса при бесконечном числе лопаток

118. Силовое воздействие на воздух в межлопаточном канале

119. Приблизительная оценка КПД ступени ЦБК

120. Потери энергии в рабочем колесе