

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце: МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФИО: Максимов Алексей Борисович ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
Должность: директор департамента по образовательной политике «МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Дата подписания: 29.09.2023 11:29:38 (МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

УТВЕРЖДАЮ
Декан транспортного факультета

М.Н. Лукьянов/

" 30 " августа 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Проектирование малоразмерных турбомашин»

Направление подготовки
13.04.03 «Энергетическое машиностроение»
Профиль: Энергоустановки для транспорта и малой энергетики

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная

Год набора
2022

Цели и задачи дисциплины

К основным целям освоения дисциплины «Проектирование малоразмерных турбомашин» следует отнести:

– Формирование у студентов знаний теоретических и практических основ теории, особенностей расчета и проектирования малоразмерных турбомашин, работающих в составе энергетических установок при условии высокой надежности эксплуатации.

К основным задачам освоения дисциплины «Проектирование малоразмерных турбомашин» следует отнести:

– Подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой магистра по направлению;

– Формирование у студентов представлений об основных понятиях, о методах и технологиях, применяемых при проектировании малоразмерных турбомашин;

– Ознакомление студентов с особенностями конструкции, и программными продуктами, помогающими выполнять расчет и проектирование малоразмерных турбомашин.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина входит в часть блока Б 1.2.ЭД – «Элективные дисциплины 1», подраздел Б 1.2.ЭД.1.1

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: «Основы научных исследований энергетических установок», «Прикладные задачи теплотехники», «Спецглавы газовой динамики», «Моделирование рабочих процессов в энергетических установках».

Знания, умения, навыки, сформированные данной дисциплиной будут востребованы при написании научно-исследовательской работы и сдачи государственной итоговой аттестации.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения дисциплины

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
проектно-конструкторский	ПК-2. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации	Знать: Методики проектирования и основные инструменты применяемые при разработке турбомашин с помощью программных комплексов. Уметь: Использовать при разработке и проектировании турбомашин современные программы специально созданные для расчета турбомашин. Владеть: Навыками использования современных программ для расчета и проектирования турбомашин.

4. Структура и содержание дисциплины

Дисциплина читается на 3 семестре

Промежуточная аттестация - зачет

Количество недель в семестре - 18

Общая трудоемкость дисциплины - 2 зачетные единицы

Общее количество часов по структуре - 72

Количество аудиторных часов - 24

Количество часов самостоятельной работы - 36

Количество часов лекций - 18

Количество часов лабораторных занятий - 0

Количество часов семинаров и практических занятий – 18

Структура и содержание дисциплины по срокам и видам работы отражены в приложении 1.

4.1 Содержание лекционного курса дисциплины

Тема 1. Общие положения курса и краткие экскурсы:

Введение. Уравнение неразрывности. Уравнение механической энергии потока газа. Скорости рабочего потока в межлопаточных каналах турбомашин. Уравнение Эйлера. Газодинамические функции.

Тема 2. Реактивность, нагрузка и КПД турбин.

Степень реактивности. Степень нагруженности. Адиабатный КПД. Окружной КПД. Внутренний (мощностной) КПД. Механический КПД подшипникового узла.

Тема 3. Конструктивные параметры ступени осевой турбины:

Реактивные и активные турбины. Процесс расширения в активной турбине в $i-s$ -диаграмме. Преимущества и недостатки применения турбин с нулевой реактивностью. Степень парциальности. Основные конструктивные размеры осевой ступени. Основные геометрические параметры одиночного профиля рабочей решетки активной турбины. Относительные параметры решетки профилей и выбор их оптимальных значений.

Тема 4. Учет потерь в ступени турбины и расчет мощностного КПД:

Классификация потерь. Способы учета потерь в расчетах турбины. Потери в сопловых и рабочих решетках. Толщины вытеснения и потерь импульса и формпараметр. Особенности учета потерь при малых относительных высотах лопаток активных турбин. Относительный КПД, учитывающий степень парциальности турбины. Относительный КПД, учитывающий влияние высоты рабочей лопатки турбины. Относительный КПД, учитывающий величину угла потока в абсолютном движении. Мощность дискового трения и относительный КПД, учитывающий влияние дискового трения. Относительный КПД, учитывающий влияние числа Рейнольдса потока в рабочей решетке. Связь мощностного КПД с окружным и относительными КПД. Достижение оптимального мощностного КПД.

Тема 5. Выбор окружной скорости по условиям прочности рабочих лопаток осевой турбины:

Напряжения в рабочей лопатке. Выбор допускаемых напряжений.

Тема 6. Расширение в ступени радиально-осевой турбины:

Схема и треугольники скоростей. Процесс расширения в $i-s$ -диаграмме. Использование выходного диффузора. Баланс потерь в радиально-осевой турбине.

Тема 7. Расчет параметров и проектирование элементов ступени радиально-осевой турбины. Методика расчета основных конструктивных размеров. Направляющий аппарат. Построение рабочих каналов колеса турбины. Выходной диффузор. Потери трения и потери расширения в диффузоре. Угол раскрытия.

Тема 8. Расчет характеристик турбин на нерасчетном режиме:

Относительный расход и его составляющие. Методика расчета Флюгеля-Стодолы в редакции Котляра. Мощностной КПД на нерасчетном режиме.

Тема 9. Сжатие в центробежном компрессоре:

Треугольники скоростей. Процесс сжатия в $i-s$ -диаграмме. Коэффициент расхода. Коэффициент напора. Учет конечного числа рабочих лопаток. КПД рабочей решетки и КПД ступени компрессора. Учет потерь в ступени компрессора.

Тема 10. Колесо компрессора:

Влияние угла установки лопаток на напор и КПД. Связь между коэффициентами напора, полной работы и КПД. Определение оптимальных размеров колеса и числа лопаток. Профилирование колеса.

Тема 11. Диффузоры центробежных компрессоров:

Течение воздуха в щелевом диффузоре. Закон постоянной циркуляции закрутки потока и расходной составляющей при идеальном течении. Коэффициент потерь полного давления. Выбор оптимальной ширины канала. Использование лопаточных диффузоров.

Тема 12. Проектирование улитки корпуса компрессора (воздухосборника):

Типы воздухосборников. Требования к конструкции. Методика одномерного расчета параметров воздухосборника.

4.2 Содержание практических занятий

Расчет течений воздуха в щелевом диффузоре.

Расчет адиабатного КПД.

Расчет окружного КПД.

Расчет внутреннего (мощностного) КПД.

Расчет механического КПД подшипникового узла.

Баланс потерь в радиально-осевой турбине.

Расчет характеристик турбин на нерасчетном режиме.

Профилирование колеса компрессора.

Методики одномерного расчета параметров воздухосборника.

4.3 Содержание лабораторных работ

Лабораторные работы в данной дисциплине не предусмотрены

4.4 Примерная тематика курсового проекта (курсовой работы)

Курсовые проекты в данной дисциплине не предусмотрены.

4.5 Темы для самостоятельной работы студентов

1. Реактивность, нагрузка и КПД турбин.
2. Конструктивные параметры ступени осевой турбины.
3. Учет потерь в ступени турбины и расчет мощностного КПД.
4. Расчет характеристик турбин на нерасчетном режиме.

4.6 Примерная тематика рефератов

Предварительная общая тематическая направленность рефератов, охватывая все разделы курса, с возможностью различных комбинаций или, наоборот, узкой специализации материала, при этом учитывается практический опыт зарубежного и отечественного энергомашиностроения, например:

1. Тенденции развития малоразмерных турбомашин вспомогательных ГТУ.
2. Вспомогательный ГТУ автотракторного назначения.
3. Осевые микротурбины в электроэнергетике.
4. Повышение эффективности микротурбин.
5. Турбомашинны неметаллических материалов.
6. Турбинная группа многоцелевого двигателя типа «микротурбо».
7. Роторный теплообменник с щелевыми теплопередающими элементами.
8. Повышение эффективности пластинчатых теплообменников изменением расхода теплоносителя по сечению теплообменника.
9. Турбомашинна вспомогательного ГТД городского троллейбуса.
10. Тепловая деформация лопаток ротора турбомашин.
11. Турбомашинны систем вентиляции.
12. Турбомашинны двойного каскада вспомогательных ГТУ тепловых двигателей.
13. Тенденции применения неметаллических материалов при производстве малоразмерных турбин.
14. Кинематические схемы турбопривода оптимальной эффективности.

15. Гибридная силовая установка с турбомашинной легкового автомобиля.
16. Двухвальный регенеративный вспомогательный ГТД северного исполнения.
17. Совершенствование показателей и характеристик турбомашин.
18. Многоцелевой газотурбинный двигатель типа «микротурбо».
19. Энергетические «дюплекс-системы» на транспорте.
20. Особенности расчета и проектирования деталей и узлов турбомашин из неметаллических материалов.
21. Перспективы создания малоразмерных турбомашин из конструкционных керамик.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Проектирование малоразмерных турбомашин» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– Защита и обсуждение выполняемых индивидуальных расчётных работ на семинарских занятиях;

– Использование мультимедийных технологий для наглядной демонстрации материала.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, в целом по дисциплине составляет 60% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 50% от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Фонд оценочных средств по дисциплине является неотъемлемой частью настоящей рабочей программы и представлен отдельным документом в приложении 2.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Троицкий, Н.И. Теория и проектирование центробежных компрессоров газотурбинных двигателей. Часть 1. Основные уравнения теории лопаточных машин [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.И. Троицкий, Р.З. Тумашев. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — 44 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/52207>
2. Чумаков Ю.А. Газодинамический расчет турбин транспортных газотурбинных и комбинированных двигателей., Учеб. пособие для вузов, М. МГТУ «МАМИ», 2001 Мои документы, папка «Электронные ресурсы».

б) дополнительная литература:

1. Газотурбинные энергетические установки [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Цанев С.В. [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Издательский дом МЭИ, 2011. — 428 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72219>.
2. Чумаков Ю.А. Газодинамический расчет центробежных компрессоров транспортных газотурбинных и комбинированных двигателей учебное пособие для студ. вузов, МГТУ «МАМИ». Мои документы, папка «Электронные ресурсы».
3. Давыдков Б.Н. Системы и агрегаты наддува транспортных двигателей, учебное пособие, МГТУ «МАМИ», 2011. Мои документы, папка «Электронные ресурсы».

в) программное обеспечение и интернет – ресурсы:

При проведении занятий по дисциплине может использоваться следующее ПО:

Операционная система, Windows 7(или ниже)
Офисные приложения, Microsoft Office 2013(или ниже)

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:

1. 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.

2. Электронный каталог БиЦ МГУП.

<http://mgup.ru/library/>

Электронный каталог позволяет производить поиск по базе данных библиотеки МГУП.

3. 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.

4. ЭБС «Polpred».

<http://polpred.com/news>

ЭБС представляет собой архив важных публикаций, собираемых вручную. База данных с рубрикатом: 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.

5. «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.

6. 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.

7. 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.

8. 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.

9. 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.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория для лекционных и семинарских занятий № Н-406 «Класс конструкции газотурбинных двигателей»

107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.12

Комплекты мебели для учебного процесса. Меловая доска. Макет двухвальной микротурбины.

Макет трехвальной микротурбины. Макет трехвального танкового газотурбинного двигателя.

Плакаты: ГТД 1000Т и теплообменник ГТД ГАЗ-902.

Мультимедийное оборудование: проектор, интерактивная доска, переносной ноутбук.

Аудитория для лабораторных занятий № Нд-123 «Испытания малоразмерных газотурбинных двигателей энергоустановок»

107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13

Макеты камер сгорания.

Макет двухвальной микротурбины.

Специализированная аудитория № Нд-228 «Лаборатория кафедры»

107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13

Лабораторное оборудование: «Испытание сопла Лавалья».

Макет авиационного турбореактивного газотурбинного двигателя (Р-15Б-300).

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

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.

Для выполнения практических (лабораторных) работ студенту рекомендуется предварительно ознакомиться с теоретическими сведениями, изложенными в учебно-методическом пособии и дополнительных источниках, при выполнении работы следовать рекомендованному порядку выполнения работы и указаниям преподавателя, соблюдать технику безопасности, содержать рабочее место в чистоте и бережно относиться к оборудованию. Ведение конспекта лекций проверяется преподавателем.

При выполнении самостоятельной работы студенту рекомендуется изучить теоретические сведения по темам заданий, следовать рекомендациям, изложенным в учебно-методических пособиях, предоставлять преподавателю промежуточные и окончательные результаты в процессе контактной работы на занятиях.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Основную организационную форму обучения, направленную на первичное овладение знаниями, представляет собой лекция. Главное назначение лекции - обеспечить теоретическую основу обучения, развить интерес к учебной деятельности и конкретной учебной дисциплине, сформировать у обучающихся ориентиры для самостоятельной работы над курсом. Традиционная лекция имеет несомненные преимущества не только как способ доставки информации, но и как метод эмоционального воздействия преподавателя на обучающихся, повышающий их познавательную активность. Достигается это за счет педагогического мастерства лектора, его высокой речевой культуры и ораторского искусства. Высокая эффективность деятельности преподавателя во время чтения лекции будет достигнута только тогда, когда он учитывает психологию аудитории, закономерности восприятия, внимания, мышления, эмоциональных процессов учащихся.

Одной из основных организационных форм учебной деятельности являются семинарские занятия, которые формируют исследовательский подход к изучению учебного и научного материала.

8	Расчет характеристик турбин на нерасчетном режиме: Относительный расход и его составляющие. Методика расчета Флогеля-Стодолы в редакции Котляра. Мощностной КПД на нерасчетном режиме.	3	8		4		2	+							
9	Сжатие в центробежном компрессоре: Треугольники скоростей. Процесс сжатия в i-s-диаграмме. Коэффициент расхода. Коэффициент напора. Учет конечного числа рабочих лопаток. КПД рабочей решетки и КПД ступени компрессора. Учет потерь в ступени компрессора.	3	9		4		2								
10	Колесо компрессора: Влияние угла установки лопаток на напор и КПД. Связь между коэффициентами напора, полной работы и КПД. Определение оптимальных размеров колеса и числа лопаток. Профилирование колеса.	3	10			2		2							
11	Диффузоры центробежных компрессоров: Течение воздуха в щелевом диффузоре. Закон постоянной циркуляции закрутки потока и расходной составляющей при идеальном течении. Коэффициент потерь полного давления. Выбор оптимальной ширины канала. Использование лопаточных диффузоров.	3	11		4			2							
12	Проектирование улитки корпуса компрессора (воздухосборника): Типы воздухосборников. Требования к конструкции. Методика одномерного расчета параметров воздухосборника.	3	12					2							
	Итого по дисциплине	3	18	18	18		36								+

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров **13.03.03** «Энергетическое машиностроение»

Программу составил
профессор д.т.н.



/В.И. Меркулов/

Программа утверждена на заседании кафедры «Энергоустановки для транспорта и малой энергетики»

«29» августа 2022 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой
Доцент, к. т. н.



/А.В. Костюков/

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

Направление подготовки: 13.04.03 «Энергетическое машиностроение»

Профиль: Энергоустановки для транспорта и малой энергетики
Форма обучения: очная
Год набора 2022

Кафедра: Энергоустановки для транспорта и малой энергетики

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Проектирование малоразмерных турбомашин

1. Общие положения
2. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы
3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины, описание шкал оценивания

Составители:
Меркулов В.И.

Москва 2022 г

1. Общие положения

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.

2. Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-2	Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении студентами дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий. Изучение каждого раздела (темы) предполагает овладение студентами необходимыми компетенциями. Результат аттестации студентов на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций студентами.

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплины.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций и их структурных элементов:

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины, описание шкал оценивания

Критерии определения сформированности компетенций на различных этапах их формирования

Уровни	Содержание	Проявления
Минимальный	Обучающийся обладает необходимой системой знаний и владеет некоторыми умениями	Обучающийся способен понимать и интерпретировать освоенную информацию, что является основой успешного формирования умений и навыков для решения практикоориентированных задач
Базовый	Обучающийся демонстрирует результаты на уровне осознанного владения учебным материалом и учебными умениями, навыками и способами деятельности	Обучающийся способен анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения заданий в практико-ориентированных ситуациях
Продвинутый	Достигнутый уровень является основой для формирования общекультурных и профессиональных компетенций, соответствующих требованиям ФГОС.	Обучающийся способен использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных практикоориентированных ситуациях

Поскольку практически учебная дисциплина призвана формировать сразу несколько компетенций, критерии оценки целесообразно формировать в два этапа.

1-й этап: определение критериев оценки отдельно по каждой формируемой компетенции. Сущность 1-го этапа состоит в определении критериев для оценивания отдельно взятой компетенции на основе продемонстрированного обучаемым уровня самостоятельности в применении полученных в ходе изучения учебной дисциплины, знаний, умений и навыков.

2-й этап: определение критериев для оценки уровня обученности по учебной дисциплине на основе комплексного подхода к уровню сформированности всех компетенций, обязательных к формированию в процессе изучения предмета. Сущность 2-го этапа определения критерия оценки по учебной дисциплине заключена в определении подхода к оцениванию на основе ранее полученных данных о сформированности каждой компетенции, обязательной к выработке в процессе изучения предмета. В качестве основного критерия при оценке обучаемого при определении уровня освоения учебной дисциплины наличие сформированных у него компетенций по результатам освоения учебной дисциплины.

Показатели оценивания степени сформированности компетенции и уровня освоения дисциплины. Шкалы оценивания.

Показатели оценивания степени сформированности компетенции			
Показатели оценивания компетенций и шкалы оценки Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено) или отсутствие сформированности компетенции	Оценка «удовлетворительно» (зачтено) или низкой уровень освоения компетенции	Оценка «хорошо» (зачтено) или повышенный уровень освоения компетенции	Оценка «отлично» (зачтено) или высокий уровень освоения компетенции
Неспособность обучаемого самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения, отсутствие самостоятельности в применении умения к использованию методов освоения учебной дисциплины и неспособность самостоятельно проявить навык повторения решения поставленной задачи по стандартному образцу свидетельствуют об отсутствии сформированной компетенции. Отсутствие подтверждения наличия сформированности компетенции свидетельствует об отрицательных результатах освоения учебной дисциплины	Если обучаемый демонстрирует самостоятельность в применении знаний, умений и навыков к решению учебных заданий в полном соответствии с образцом, данным преподавателем, по заданиям, решение которых было показано преподавателем, следует считать, что компетенция сформирована, но ее уровень недостаточно высок. Поскольку выявлено наличие сформированной компетенции, ее следует оценивать положительно, но на низком уровне	Способность обучающегося продемонстрировать самостоятельное применение знаний, умений и навыков при решении заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель при потенциальном формировании компетенции, подтверждает наличие сформированной компетенции, причем на более высоком уровне. Наличие сформированной компетенции на повышенном уровне самостоятельности со стороны обучаемого при ее практической демонстрации в ходе решения аналогичных заданий следует оценивать как положительное и устойчиво закрепленное в практическом навыке	Обучаемый демонстрирует способность к полной самостоятельности (допускаются консультации с преподавателем по сопутствующим вопросам) в выборе способа решения неизвестных или нестандартных заданий в рамках учебной дисциплины с использованием знаний, умений и навыков, полученных как в ходе освоения данной учебной дисциплины, так и смежных дисциплин, следует считать компетенцию сформированной на высоком уровне. Присутствие сформированной компетенции на высоком уровне, способность к ее дальнейшему саморазвитию и высокой адаптивности практического применения к изменяющимся условиям профессиональной задачи
Показатели оценивания уровня освоения дисциплины			
Уровень освоения дисциплины, при котором обучаемого не сформировано более 50% компетенций. Если же учебная дисциплина выступает в	При наличии более 50% сформированных компетенций по дисциплинам, имеющим возможность до-формирования компетенций на последующих	Для определения уровня освоения промежуточной дисциплины на оценку «хорошо» обучающийся должен продемонстрировать наличие 80% сфор-	Оценка «отлично» по дисциплине с промежуточным освоением компетенций, может быть выставлена при 100% подтверждении наличия

качестве итогового этапа формирования компетенций (чаще всего это дисциплины профессионального цикла) оценка «неудовлетворительно» должна быть выставлена при отсутствии сформированности хотя бы одной компетенции	этапах обучения. Для дисциплин итогового формирования компетенций естественно выставлять оценку «удовлетворительно», если сформированы все компетенции и более 60% дисциплин профессионального цикла «удовлетворительно»	мированных компетенций, из которых не менее 1/3 оценены отметкой «хорошо». Оценивание итоговой дисциплины на «хорошо» обуславливается наличием у обучаемого всех сформированных компетенций причем общепрофессиональных компетенции по учебной дисциплине должны быть сформированы не менее чем на 60% на повышенном уровне, то есть с оценкой «хорошо».	компетенций, либо при 90% сформированных компетенций, из которых не менее 2/3 оценены отметкой «хорошо». В случае оценивания уровня освоения дисциплины с итоговым формированием компетенций оценка «отлично» может быть выставлена при подтверждении 100% наличия сформированной компетенции у обучаемого, выполнены требования к получению оценки «хорошо» и освоены на «отлично» не менее 50% общепрофессиональных компетенций
---	--	--	---

Положительная оценка по дисциплине, может выставляться и при неполной сформированности компетенций в ходе освоения отдельной учебной дисциплины, если их формирование предполагается продолжить на более поздних этапах обучения, в ходе изучения других учебных дисциплин.

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	студент должен: продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний материала; исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; правильно формулировать определения; продемонстрировать умения самостоятельной работы с нормативно-правовой литературой; уметь сделать выводы по излагаемому материалу
«хорошо»	студент должен: продемонстрировать достаточно полное знание материала; продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; продемонстрировать умение ориентироваться в нормативно-правовой литературе; уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу
«удовлетворительно»	студент должен: продемонстрировать общее знание изучаемого материала; знать основную рекомендуемую программой дисциплины учебную литературу; уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины;
«неудовлетворительно»	ставится в случае: незнания значительной части программного материала; не владения понятийным аппаратом дисциплины; существенных ошибок при изложении учебного материала; неумения строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; неумения делать выводы по излагаемому материалу.

Общие сведения по текущему контролю и промежуточной аттестации.

Оценивание и контроль сформированности компетенций осуществляется с помощью текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

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.

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке 1 (4-я неделя ПК-2). Вопросы для собеседования со студентами (КТ1)

1. Уравнение неразрывности.
2. Уравнение механической энергии потока газа.
3. Скорости рабочего потока в межлопаточных каналах турбомашин.
4. Уравнение Эйлера.
5. Газодинамические функции.
6. Степень реактивности.
7. Степень нагруженности.
8. Адиабатный КПД.
8. Окружной КПД. Внутренний (мощностной) КПД.
10. Механический КПД подшипникового узла.
11. Реактивные и активные турбины.
12. Процесс расширения в активной турбине в i - s -диаграмме.
13. Преимущества и недостатки применения турбин с нулевой реактивностью.
14. Степень парциальности.
15. Основные конструктивные размеры осевой ступени.
16. Основные геометрические параметры одиночного профиля рабочей решетке активной турбины.
17. Относительные параметры решетки профилей и выбор их оптимальных значений.
18. Классификация потерь.
19. Способы учета потерь в расчетах турбины.
20. Потери в сопловых и рабочих решетках.
21. Толщины вытеснения и потерь импульса и формпараметр.
22. Особенности учета потерь при малых относительных высотах лопаток активных турбин.
23. Относительный КПД, учитывающий степень парциальности турбины.
24. Относительный КПД, учитывающий влияние высоты рабочей лопатки турбины.
25. Относительный КПД, учитывающий величину угла потока в абсолютном движении.
26. Мощность дискового трения и относительный КПД, учитывающий влияние дискового трения.
27. Относительный КПД, учитывающий влияние числа Рейнольдса потока в рабочей решетке.
28. Связь мощностного КПД с окружным и относительными КПД.
29. Достижение оптимального мощностного КПД.
30. Методы повышения мощностного КПД.

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке 2 (8-я неделя ПК-2). Вопросы для собеседования со студентами (КТ2)

1. Напряжения в рабочей лопатке.
2. Методики выбора допускаемых напряжений в рабочей лопатке.
3. Схемы и треугольники скоростей для рабочих лопаток турбин.
4. Процесс расширения в i - s -диаграмме для рабочих лопаток турбин.
5. Использование выходного диффузора. Баланс потерь в радиально-осевой турбине.
6. Направляющий аппарат ступени турбины. Назначение и принцип действия.
7. Методика расчета основных конструктивных размеров направляющих аппаратов ступени турбины различных схем.
8. Построение рабочих каналов колеса турбины.
9. Выходной диффузор.
10. Потери трения и потери расширения в диффузоре. Угол раскрытия.
11. Относительный расход и его составляющие.
12. Методика расчета Флюгеля-Стодолы в редакции Котляра.

13. Мощностной КПД на нерасчетном режиме.
14. Треугольники скоростей. Процесс сжатия в $i-s$ -диаграмме.
15. Коэффициент расхода. Коэффициент напора.
16. Учет конечного числа рабочих лопаток.
17. КПД рабочей решетки и КПД ступени компрессора.
18. Учет потерь в ступени компрессора.
19. Влияние угла установки лопаток на напор и КПД.
20. Связь между коэффициентами напора, полной работы и КПД.
21. Определение оптимальных размеров колеса и числа лопаток.
22. Течение воздуха в щелевом диффузоре.
23. Закон постоянной циркуляции закрутки потока и расходной составляющей при идеальном течении.
24. Коэффициент потерь полного давления.
25. Выбор оптимальной ширины канала.
26. Использование лопаточных диффузоров.
27. Использование безлопаточных диффузоров.
28. Основные схемы и конструкции лопаточных диффузоров.
29. Основные схемы и конструкции безлопаточных диффузоров.
30. Назначение и принцип действия лопаточных и безлопаточных диффузоров.
31. Типы воздухоборников. Схемы и конструктивные решения.
32. Требования к конструкциям воздухоборников.
33. Преимущества и недостатки самых распространенных схем воздухоборников.
34. Методика одномерного расчета параметров воздухоборника.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации студентов (оценка знаний, умений, навыков-компетенций: ПК-2)

1. Уравнение неразрывности.
2. Уравнение механической энергии потока газа.
3. Скорости рабочего потока в межлопаточных каналах турбомашин.
4. Уравнение Эйлера.
5. Газодинамические функции.
6. Степень реактивности.
7. Степень нагруженности.
8. Адиабатный КПД.
8. Окружной КПД. Внутренний (мощностной) КПД.
10. Механический КПД подшипникового узла.
11. Реактивные и активные турбины.
12. Процесс расширения в активной турбине в $i-s$ -диаграмме.
13. Преимущества и недостатки применения турбин с нулевой реактивностью.
14. Степень парциальности.
15. Основные конструктивные размеры осевой ступени.
16. Основные геометрические параметры одиночного профиля рабочей решетки активной турбины.
17. Относительные параметры решетки профилей и выбор их оптимальных значений.
18. Классификация потерь.
19. Способы учета потерь в расчетах турбины.
20. Потери в сопловых и рабочих решетках.
21. Толщины вытеснения и потерь импульса и формпараметр.
22. Особенности учета потерь при малых относительных высотах лопаток активных турбин.
23. Относительный КПД, учитывающий степень парциальности турбины.
24. Относительный КПД, учитывающий влияние высоты рабочей лопатки турбины.

25. Относительный КПД, учитывающий величину угла потока в абсолютном движении.
26. Мощность дискового трения и относительный КПД, учитывающий влияние дискового трения.
27. Относительный КПД, учитывающий влияние числа Рейнольдса потока в рабочей решетке.
28. Связь мощностного КПД с окружным и относительными КПД.
29. Достижение оптимального мощностного КПД.
30. Методы повышения мощностного КПД.
31. Напряжения в рабочей лопатке.
32. Методики выбора допускаемых напряжений в рабочей лопатке.
33. Схемы и треугольники скоростей для рабочих лопаток турбин.
34. Процесс расширения в *i-s*-диаграмме для рабочих лопаток турбин.
35. Использование выходного диффузора. Баланс потерь в радиально-осевой турбине.
36. Направляющий аппарат ступени турбины. Назначение и принцип действия.
37. Методика расчета основных конструктивных размеров направляющих аппаратов ступени турбины различных схем.
38. Построение рабочих каналов колеса турбины.
39. Выходной диффузор.
40. Потери трения и потери расширения в диффузоре. Угол раскрытия.
41. Относительный расход и его составляющие.
42. Методика расчета Флюгеля-Стодолы в редакции Котляра.
43. Мощностной КПД на нерасчетном режиме.
44. Треугольники скоростей. Процесс сжатия в *i-s*-диаграмме.
45. Коэффициент расхода. Коэффициент напора.
46. Учет конечного числа рабочих лопаток.
47. КПД рабочей решетки и КПД ступени компрессора.
48. Учет потерь в ступени компрессора.
49. Влияние угла установки лопаток на напор и КПД.
50. Связь между коэффициентами напора, полной работы и КПД.
51. Определение оптимальных размеров колеса и числа лопаток.
52. Течение воздуха в щелевом диффузоре.
53. Закон постоянной циркуляции закрутки потока и расходной составляющей при идеальном течении.
54. Коэффициент потерь полного давления.
55. Выбор оптимальной ширины канала.
56. Использование лопаточных диффузоров.
57. Использование безлопаточных диффузоров.
58. Основные схемы и конструкции лопаточных диффузоров.
59. Основные схемы и конструкции безлопаточных диффузоров.
60. Назначение и принцип действия лопаточных и безлопаточных диффузоров.
61. Типы воздухоборников. Схемы и конструктивные решения.
62. Требования к конструкциям воздухоборников.
63. Преимущества и недостатки самых распространенных схем воздухоборников.
64. Методика одномерного расчета параметров воздухоборника.

Примерная тематика рефератов по дисциплине:

1. Тенденции развития малоразмерных турбомашин вспомогательных ГТУ.
2. Вспомогательный ГТУ автотракторного назначения.
3. Осевые микротурбины в электроэнергетике.
4. Повышение эффективности микротурбин.
5. Турбомашинные материалы.
6. Турбинная группа многоцелевого двигателя типа «микротурбо».
7. Роторный теплообменник с щелевыми теплопередающими элементами.

8. Повышение эффективности пластинчатых теплообменников изменением расхода теплоносителя по сечению теплообменника.
9. Турбомашина вспомогательного ГТД городского троллейбуса.
10. Тепловая деформация лопаток ротора турбомашин.
11. Турбомашинны систем вентиляции.
12. Турбомашинны двойного каскада вспомогательных ГТУ тепловых двигателей.
13. Тенденции применения неметаллических материалов при производстве малоразмерных турбин.
14. Кинематические схемы турбопривода оптимальной эффективности.
15. Гибридная силовая установка с турбомашинной легкового автомобиля.
16. Двухвальный регенеративный вспомогательный ГТД северного исполнения.
17. Совершенствование показателей и характеристик турбомашин.
18. Многоцелевой газотурбинный двигатель типа «микротурбо».
19. Энергетические «дуплекс-системы» на транспорте.
20. Особенности расчета и проектирования деталей и узлов турбомашин из неметаллических материалов.
21. Перспективы создания малоразмерных турбомашин из конструкционных керамик.

Шкала оценивания ПРЕЗЕНТАЦИИ

Дескрипторы	Минимальный ответ 2	Изложенный, раскрытый ответ 3	Законченный, полный ответ 4	Образцовый, примерный; достойный подражания ответ 5
Раскрытие проблемы	Проблема не раскрыта. Отсутствуют выводы.	Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы.	Проблема раскрыта. Проведен анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы. Не все выводы сделаны и/или обоснованы.	Проблема раскрыта полностью. Проведен анализ проблемы с привлечением дополнительной литературы. Выводы обоснованы.
Представление	Представляемая информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины.	Представляемая информация не систематизирована и/или не последовательна. Использован 1-2 профессиональный термин.	Представляемая информация систематизирована и последовательна. Использовано более 2 профессиональных терминов.	Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Использовано более 5 профессиональных терминов.
Оформление	Не использованы информационные технологии. Больше 4 ошибок в представляемой информации.	Использованы информационные технологии частично. 3-4 ошибки в представляемой информации.	Использованы информационные технологии. Не более 2 ошибок в представляемой информации.	Широко использованы информационные технологии. Отсутствуют ошибки в представляемой информации.
Ответы на вопросы	Нет ответов на вопросы.	Только ответы на элементарные вопросы.	Ответы на вопросы полные и/или частично полные.	Ответы на вопросы полные с приведением примеров и/или

Паспорт компетенций

Проектирование малоразмерных турбомашин					
ФГОС ВО 13.04.03 «Энергетическое машиностроение»					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства**	Степени уровней освоения компетенций
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ПК-2	Способностью использовать современные технологии проектирования для разработки конкурентоспособных энергетических установок с прогрессивными показателями качества.	<p>Знать: Методики проектирования и основные инструменты применяемые при разработке турбомашин с помощью программных комплексов.</p> <p>Уметь: Использовать при разработке и проектировании турбомашин современные программы специально созданные для расчета турбомашин.</p> <p>Владеть: Навыками использования современных программ для расчета и проектирования турбомашин.</p>	<p>Контактная работа с обучающимися во время аудиторных занятий в форме лекций, практических работ. Самостоятельное изучение теоретического курса, подготовка к практическим работам</p> <p>Демонстрация слайдов презентаций и видеороликов посредством мультимедийного оборудования.</p> <p>Подготовка реферата.</p>	<p>Вопросы для собеседования со студентами (КТ2)</p> <p>Вопросы для промежуточной аттестации</p> <p>Реферат.</p>	<p>Минимальный: Обучающийся обладает необходимой системой знаний и владеет некоторыми умениями.</p> <p>Базовый: Обучающийся демонстрирует результаты на уровне осознанного владения учебным материалом и учебными умениями, навыками и способами деятельности.</p> <p>Продвинутый: Достигнутый уровень является основой для формирования общекультурных и профессиональных компетенций, соответствующих требованиям ФГОС.</p>