

Компонент ОПОП _____13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника_____

направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий»
наименование ОПОП

Б1.В.03.
шифр дисциплины

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Дисциплины (модуля) _____Нагнетатели и тепловые двигатели_____

Разработчик:
Куренков В.В.
ФИО
Ст. преподаватель каф. СЭиТ
должность

ученая степень,
звание

Утверждено на заседании кафедры
строительства, энергетики и транспорта
наименование кафедры
протокол № 6 от 22.05.2026 г.
Заведующий кафедрой СЭиТ

подпись

Челтыбашев А. А.
ФИО

1. Критерии и средства оценивания компетенций и индикаторов их достижения, формируемых дисциплиной (модулем)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора(ов) достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)			Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточной аттестации
		<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>		
ПК-1 Способен участвовать в проектировании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники	ИД-1ПК-1. Способен использовать нормативную документацию при разработке объектов теплоэнергетики и теплотехники. ИД-2ПК-1. Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники ИД-3ПК-1. Принимает участие в оценке влияния объектов теплоэнергетики и теплотехники на экологическую обстановку ИД-4ПК-1. Принимает участие в оценке энергетической эффективности объектов теплоэнергетики и теплотехники ИД-5ПК-1. Выполняет эксперименты и расчеты по физико-химическим параметрам, характеристикам и условиям эксплуатации	- конструктивное оформление нагнетателей и тепловых двигателей; - принципы действия и методы расчетов нагнетателей и тепловых двигателей; - определения надёжной экономичных и надежных режимов эксплуатации работы нагнетателей и тепловых двигателей.	- оценивать и анализировать процессы преобразования энергии, протекающие в рассматриваемом тепломеханическом оборудовании; - рассчитывать основные характеристики машин с учетом изменяющихся условий эксплуатации, типоразмеров, природы рабочего тела; - определять основные геометрические размеры машин по заданным условиям; выбирать и рассчитывать наиболее экономичные, надежные и безопасные режимы работы и регулирования; - обеспечивать правильную эксплуатацию машин;	- методиками проведения термодинамических и гидравлических расчетов нагнетателей и тепловых двигателей с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации и применением средств и систем автоматизации выполнения; - методиками проведения экспериментов на нагнетателях и тепловых двигателях различного типа с привлечением соответствующего математического аппарата;	- комплект заданий для выполнения практических работ; - контрольная работа, - комплект заданий для выполнения лабораторных работ; - индивидуальное задание для выполнения курсового проекта	Экзаменационные билеты Курсовая проект Результаты текущего контроля

	объектов теплоэнергетики и теплотехники					
--	---	--	--	--	--	--

2. Оценка уровня сформированности компетенций (индикаторов их достижения)

Показатели оценивания компетенций (индикаторов их достижения)	Шкала и критерии оценки уровня сформированности компетенций (индикаторов их достижения)			
	Ниже порогового («неудовлетворительно»)	Пороговый («удовлетворительно»)	Продвинутый («хорошо»)	Высокий («отлично»)
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущены не грубые ошибки.	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки. Допущены некоторые погрешности.	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки.
Наличие умений	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Выполнены типовые задания с не грубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме (отсутствуют пояснения, неполные выводы)	Продemonстрированы все основные умения. Выполнены все основные задания с некоторыми погрешностями. Выполнены все задания в полном объёме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Задания выполнены в полном объеме без недочетов.
Наличие навыков (владение опытом)	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для выполнения стандартных заданий с некоторыми недочетами.	Продemonстрированы базовые навыки при выполнении стандартных заданий с некоторыми недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
Характеристика сформированности компетенции	Компетенции фактически не сформированы. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач. ИЛИ Зачетное количество баллов не набрано согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач. ИЛИ Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков достаточно для решения стандартных профессиональных задач. ИЛИ Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в полной мере достаточно для решения сложных, в том числе нестандартных, профессиональных задач. ИЛИ Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону

3. Критерии и шкала оценивания заданий текущего контроля

3.1 Критерии и шкала оценивания практических работ Перечень практических работ, описание порядка выполнения и защиты работы, требования к результатам работы, структуре и содержанию отчета и т.п. представлены в методических материалах по освоению дисциплины (модуля) и в электронном курсе в ЭИОС МАУ.

Оценка/баллы	Критерии оценивания
<i>Отлично</i>	Задание выполнено полностью и правильно. Отчет по практической работе подготовлен качественно в соответствии с требованиями. Полнота ответов на вопросы преподавателя при защите работы.
<i>Хорошо</i>	Задание выполнено полностью, но нет достаточного обоснования или при верном решении допущена незначительная ошибка, не влияющая на правильную последовательность рассуждений. Все требования, предъявляемые к работе, выполнены.
<i>Удовлетворительно</i>	Задания выполнены частично с ошибками. Демонстрирует средний уровень выполнения задания на практическую работу. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.
<i>Неудовлетворительно</i>	Задание выполнено со значительным количеством ошибок на низком уровне. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены. ИЛИ Задание не выполнено.

3.2 Критерии и шкала оценивания лабораторных работ

Перечень лабораторных работ, описание порядка выполнения и защиты работы, требования к результатам работы, структуре и содержанию отчета и т.п. представлены в методических материалах по освоению дисциплины (модуля) и в электронном курсе в ЭИОС МАУ.

Оценка/баллы	Критерии оценивания
<i>Отлично</i>	Задание выполнено полностью и правильно. Отчет по лабораторной работе подготовлен качественно в соответствии с требованиями.
<i>Хорошо</i>	Задание выполнено полностью, но нет достаточного обоснования или при верном решении допущена незначительная ошибка, не влияющая на правильную последовательность рассуждений. Все требования, предъявляемые к работе, выполнены.
<i>Удовлетворительно</i>	Задания выполнены частично с ошибками. Демонстрирует средний уровень выполнения задания на лабораторную работу. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.
<i>Неудовлетворительно</i>	Задание выполнено со значительным количеством ошибок на низком уровне. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены. ИЛИ Задание не выполнено.

3.3 Критерии и шкала оценивания контрольной работы

Контрольная работа предназначена для проверки знаний/умений/навыков в рамках оцениваемых компетенций по дисциплине. Перечень контрольных заданий, рекомендации по выполнению представлены в методических материалах по освоению дисциплины (модуля) и в электронном курсе в ЭИОС МАУ.

Контрольная работа состоит из трех задач и теоретических вопросов и выполняется по теме курса «Нагнетатели».

Исходные данные для контрольной работы выдается преподавателем.

Оценка/баллы	Критерии оценивания
<i>Отлично</i>	Контрольная работа выполнена полностью, без ошибок (возможна одна неточность, описка, не являющаяся следствием непонимания материала).
<i>Хорошо</i>	Контрольная работа полностью, но обоснования шагов решения недостаточны, допущена одна негрубая ошибка или два-три недочета, не влияющих на правильную последовательность рассуждений.
<i>Удовлетворительно</i>	В контрольной работе допущено более одной грубой ошибки или более двух-трех недочетов, но обучающийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме.
<i>Неудовлетворительно</i>	В контрольной работе есть грубые ошибки и недочеты ИЛИ Контрольная работа не выполнена.

3.4 Критерии и шкала оценивания курсового проекта

Курсовой проект предназначен для проверки знаний/умений/навыков в рамках оцениваемых компетенций по дисциплине. Перечень заданий на курсовой проект, методические указания по выполнению представлены в методических материалах по освоению дисциплины (модуля) и в электронном курсе в ЭИОС МГТУ.

По результатам проверки и защиты курсового проекта выставляется оценка.

В том случае, если проект не отвечает предъявляемым требованиям (не раскрыты тема или отдельные вопросы плана, изложение материала поверхностно, отсутствуют выводы), то она возвращается автору на доработку.

Курсовой проект в готовом варианте должен быть предоставлен на проверку преподавателю в срок, указанный в задании на курсовой проект.

Анализ результатов курсового проекта проводится по следующим критериям:

1. Навыки самостоятельной работы по обработке, анализу и структурированию научной информации.
2. Умение правильно применять методы исследования.
3. Способность осуществлять необходимые практические расчеты, грамотно интерпретировать полученные результаты и делать соответствующие выводы.
5. Умение выявить и сформулировать проблему, предложить способы ее решения.
6. Качество оформления отчетной документации в соответствии с установленными требованиями.
7. Умение устно защищать результаты своей работы (логичность, аргументированность и грамотность речи).

9. Уровень самостоятельности, творческого подхода при выполнении работы.

В ФОС включен типовой вариант задания на курсовой проект:

Содержание курсового проекта

Расчетно-пояснительная записка:

1. Выполнить описание паровой турбины.
2. Построить тепловой процесс паровой турбины на $i-s$ диаграмме.
3. Выполнить расчет проточной части турбины
 - 3-1. Выполнить расчет регулирующей ступени.
 - 3-2. Выполнить расчет последующих ступеней.

Графическая часть:

Выполнить продольный разрез проточной части турбины, используя компьютерные программы (формат A1)

Исходные данные:

Тип турбины: К-12-35

- | | |
|---|-------|
| 1. Мощность на зажимах генератора N_z , кВт | 11360 |
| 2. Рабочая частота вращения ротора турбины n , об. мин | 3000 |
| 3. Рабочее давление пара перед стопорным клапаном P_o , МПа | 3,43 |
| 4. Температура пара перед стопорным клапаном t_o , °C | 435 |
| 5. Давление отработанного пара, кПа | 5,66 |

4. Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении промежуточной аттестации

4.1 Критерии и шкала оценивания результатов освоения дисциплины «Нагнетатели и тепловые двигатели» с зачетом.

Если обучающийся набрал зачетное количество баллов согласно установленному диапазону по дисциплине (модулю), то он считается аттестованным с оценкой согласно шкале баллов для определения итоговой оценки:

Оценка	Баллы	Критерии оценивания
Отлично	91 - 100	Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону
Хорошо	81 - 90	Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону
Удовлетворительно	60 - 80	Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону
Неудовлетворительно	менее 60	Зачетное количество согласно установленному диапазону баллов не набрано

4.2 Критерии и шкала оценивания результатов освоения дисциплины «Нагнетатели и тепловые двигатели» с экзаменом

Для дисциплин (модулей), заканчивающихся экзаменом, результат промежуточной аттестации складывается из баллов, набранных в ходе текущего контроля и при проведении экзамена:

В ФОС включен список вопросов к экзамену:

1. Основные типы и классификация нагнетателей. Области применения.
2. Рабочие параметры нагнетателей. Понятие удельной работы, напора, давления. Определение мощности, понятие о КПД нагнетателя.
3. Совместная работа нагнетателя и трубопроводной системы.
4. Классификация и область применения нагнетателей объемного действия.
5. Поршневые насосы. Устройство и принцип действия. Индикаторная диаграмма. Мощность и КПД. Характеристики. Регулирование подачи. Конструкции поршневых насосов.
6. Совместная работа при параллельном и последовательном соединении нагнетателей.
7. Неустойчивая работа нагнетателя. Помпаж.
8. Принципы работы и область применения нагнетателей динамического действия. Понятие удельной работы, напора, давления. Влияние форм лопаток на рабочие параметры нагнетателя.
9. Поршневые компрессоры. Схемы поршневых компрессоров. Устройство и принцип действия. Индикаторная диаграмма. Мощность и КПД. Подача и давление поршневого компрессора работающего на трубопровод. Регулирование подачи.
10. Термодинамические процессы сжатия в компрессорных машинах. Работа сжатия и к.п.д. компрессора.
11. Применение охлаждения газа в компрессорах. Ступенчатое охлаждение. Способы охлаждения.
12. Классификация тепловых двигателей. Области применения.
13. Паровые турбины. Классификация. Основные типы стационарных паровых турбин для привода генераторов эл. тока.
14. Активный принцип действия турбины. Схема одноступенчатой осевой активной турбины. Решетки профилей, эпюры скоростей и давлений
15. Реактивный принцип действия турбины. Схема двухступенчатой осевой реактивной турбины. Решетки профилей, эпюры скоростей и давлений.
16. Причины применения и типы многоступенчатых паровых турбин.
17. Многоступенчатые турбины со ступенями скорости. Конструкция, принцип действия. Решетки профилей. Эпюры скоростей Сравнительная оценка и область применения ступеней скорости (преимущества и недостатки). Области применения.
18. Многоступенчатые турбины. Многоступенчатые турбины со ступенями давления. Конструкция, принцип действия. Решетки профилей. Эпюры скоростей. Области применения
19. Цикл ПТУ. Влияние изменения температуры свежего пара на абсолютный к.п.д. Тепловой цикл в T-S диаграмме. Понятие эквивалентной температуры.
20. Цикл ПТУ. Влияние изменения давления свежего пара на абсолютный к.п.д. паротурбинной установки. Тепловой цикл в T-S диаграмме.
21. Схема ПТУ с промежуточным перегревом пара. Тепловой цикл в T-S диаграмме.
22. Схема ПТУ Влияние изменения давления пара в конце процесса расширения на экономичность цикла. Тепловой цикл в T-S диаграмме. Кратность циркуляции.
23. Регулирование мощности паровых турбин. Назначение регулирования. Типы парораспределительных устройств.
24. Конденсационные установки паровых турбин. Назначение. Устройство конденсатора. Схема и принцип действия конденсационной установки. Схема двухступенчатого парового эжектора.

25. Применение ГТУ в энергетике и промышленности. Преимущество и недостатки ГТУ. Перспективы развития ГТУ.
26. Опишите схему ГТУ замкнутого типа. Укажите достоинства и недостатки, области применения и перспективы развития.
27. Чем вызвана необходимость в сложных и многовальных ГТУ. Опишите схему многовальной ГТУ.
28. Опишите схемы парогазовых установок с утилизационным котлом ПГУ-У. Укажите достоинства
29. Классификация ДВС.
30. Схема работы 2-тактного ДВС. Достоинства и недостатки. Область применения. Индикаторная диаграмма.
31. Схема работы 4-тактного ДВС. Достоинства и недостатки. Область применения. Индикаторная диаграмма.
32. Особенности применения ДВС с искровым зажиганием.
33. Особенности применения дизелей.
34. Перечислите и раскройте способы повышения мощности двигателей внутреннего сгорания.

Ответы на экзаменационные вопросы оцениваются по критериям и шкале, представленным в таблице:

Оценка	Критерии оценки ответа на экзамене
Отлично	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении вопроса. Владеет специальной терминологией, демонстрирует общую эрудицию в предметной области, использует при ответе ссылки на материал специализированных источников, в том числе на Интернет-ресурсы.
Хорошо	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет специальной терминологией на достаточном уровне; могут возникнуть затруднения при ответе на уточняющие вопросы по рассматриваемой теме; в целом демонстрирует общую эрудицию в предметной области.
Удовлетворительно	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, плохо владеет специальной терминологией, допускает существенные ошибки при ответе, недостаточно ориентируется в источниках специализированных знаний.
Неудовлетворительно	Обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, не владеет специальной терминологией, не ориентируется в источниках специализированных знаний. Нет ответа на поставленный вопрос.

Оценка, полученная на экзамене, переводится в баллы («5» - 20 баллов, «4» - 15 баллов, «3» - 10 баллов) и суммируется с баллами, набранными в ходе текущего контроля.

Итоговая оценка по дисциплине (модулю)	Суммарные баллы по дисциплине (модулю), в том числе	Критерии оценивания
--	---	---------------------

Отлично	91 - 100	Выполнены все контрольные точки текущего контроля на высоком уровне. Экзамен сдан
Хорошо	81-90	Выполнены все контрольные точки текущего контроля. Экзамен сдан
Удовлетворительно	70- 80	Контрольные точки выполнены в неполном объеме. Экзамен сдан
Неудовлетворительно	69 и менее	Контрольные точки не выполнены или не сдан экзамен

5. Задания диагностической работы для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках внутренней и внешней независимой оценки качества образования

ФОС содержит задания для оценивания знаний, умений и навыков, демонстрирующих уровень сформированности компетенций и индикаторов их достижения в процессе освоения дисциплины (модуля).

Комплект заданий разработан таким образом, чтобы осуществить процедуру оценки каждой компетенции, формируемых дисциплиной (модулем), у обучающегося в письменной форме.

Содержание комплекта заданий включает: *тестовые задания и практическое задание.*

Комплект заданий диагностической работы

ПК-1 Способен к разработке схем размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства	
1	Внутренняя мощность турбины определяется как: а) произведение расхода рабочего тела на располагаемый теплоперепад; б) отношение расхода рабочего тела и располагаемого теплоперепада; в) произведение расхода рабочего тела на внутренний относительный КПД.
2	Вал турбины считается жестким, если его критическая частота вращения: а) больше собственной частоты вращения; б) меньше собственной частоты вращения; в) равна собственной частоте вращения.
3	Сопловое парораспределение эффективнее дроссельного, если турбина работает: а) при постоянной нагрузке; б) при переменной нагрузке; в) всегда.
4	Снижение давления в конденсаторе паровой турбины при неизменных параметрах пара и расходе в голову турбины: а) повышает эффективность цикла и мощность ПТУ; б) снижает эффективность цикла и мощность ПТУ; в) увеличивает потери от влажности.
5	Внутренний относительный КПД: а) больше относительного лопаточного КПД; б) равен относительному лопаточному КПД; в) меньше относительного лопаточного КПД.
6	Полный располагаемый теплоперепад есть: а) изоэнтальпийный теплоперепад от параметров свежего пара до параметров в конденсаторе; б) действительный теплоперепад; в) энтальпийный теплоперепад от параметров торможения свежего пара до

7	В общем случае повышение степени реакции ступени турбины сопровождается: а) снижением КПД и располагаемого теплоперепада; б) повышением КПД и снижением располагаемого теплоперепада; в) степень реакции не влияет на КПД.
8	Увеличение среднего диаметра ступени турбины приводит к: а) уменьшению располагаемого теплоперепада; б) увеличению располагаемого теплоперепада; в) только к увеличению массы ротора.
9	При сверхзвуковых скоростях течения рабочего тела ($1,1 < M < 1,3$) используются турбинные решетки типа: а) А; б) В; в) В.
10	Абсолютный КПД турбоустановки нетто учитывает: а) только электрическую мощность турбоустановки; б) только электрическую мощность, потребляемую на собственные нужды; в) электрическую мощность турбоустановки за вычетом электрической мощности, потребляемой на собственные нужды.