

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по учебной работе

_____ Э.Ю. Майкова
« _____ » _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений
Блока 1 «Дисциплины (модули)»
«Нагнетатели и тепловые двигатели»

Направление подготовки бакалавров – 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль) программы – Автономные энергетические системы.

Типы задач профессиональной деятельности: проектно-конструкторский.

Форма обучения – очная, заочная

Факультет природопользования и инженерной экологии
Кафедра «Гидравлики, теплотехники и гидропривода»

Тверь 2019

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки бакалавров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы: доцент каф. ГТиГП_____ Н.П. Курбатов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ГТиГ
«_____» _____ 2019г., протокол № ____.

Заведующий кафедрой

А.Л. Яблонев

Согласовано:

Начальник учебно-методического
отдела УМУ

Д.А. Барчуков

Начальник отдела
комплектования
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

Заведующий выпускающей кафедры

Б.Ф.Зюзин

1. Цели и задачи дисциплины.

Целью изучения дисциплины «Нагнетатели и тепловые двигатели» является изучение принципов действия, конструкций, методов расчета, особенностей выбора, а также эксплуатации нагнетателей и тепловых двигателей.

Задачами дисциплины – обеспечить формирование у студентов профессиональных компетенций, позволяющих решать практические задачи выбора и расчета нагнетателей и тепловых двигателей; изучение теоретических основ работы, методов проектирования, правил изготовления нагнетателей и тепловых двигателей, а так же правил их безопасной эксплуатации;

- научить будущих бакалавров правилам разработки, изготовления и безопасной эксплуатации нагнетателей и тепловых двигателей в области теплоэнергетики.

2. Место дисциплины в структуре ОП.

Дисциплина относится к дисциплине Части формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)». Для изучения курса требуются знания дисциплин «Физика», «Гидравлика», «Техническая термодинамика», «Теплотехника». Знания, полученные при изучении данной дисциплины, могут быть использованы при изучении других специальных дисциплин, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:

3.1. Перечень компетенций, закрепленных за дисциплиной в ОХОП.

ПК-3. Способен выполнять гидравлические расчеты, расчеты тепловых схем с выбором оборудования и арматуры.

Индикатор компетенции, закрепленный за дисциплиной в ОХОП

ИПК-3.1. Владеет методиками гидравлического расчета оборудования и трубопроводов.

ИПК-3.3. Учитывает результаты гидравлического расчета при выборе оборудования и арматуры .

Показатели оценивания индикатора достижения компетенции:

Знать:

3.1. Основные источники научно-технической информации применительно к изучаемой дисциплине (учебники, журналы, справочники, ГОСТы и пр); основные поисковые системы в Internet;

3.2. Фундаментальные основы высшей математики, основные понятия информатики, средства вычислительной техники, основы химии, фундаментальные понятия, законы и теории физики, основные законы гидравлики.

3.3. Рабочие циклы, термодинамические процессы, конструкции, технические характеристики, особенности эксплуатации нагнетателей и тепловых двигателей в теплоэнергетики.

Уметь:

У.1. Осуществлять поиск и сбор необходимой информации; работать с ГОСТ и справочными материалами; работать с библиотечными и электронными каталогами; задавать необходимые параметры поиска нужной информации; пользоваться справочными данными.

У.2. Оформлять проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие результатов заданию, стандартам и технической документации.

У.3. Выполнять поверочные расчеты, конструктивные расчеты, выбирать оптимальные технологические режимы эксплуатации нагнетателей и тепловых двигателей.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП.1 Основными методами и средствами поиска интересующей информации (библиотечные источники, электронные средства), основами патентного поиска.

ПП.2. Методиками расчета режимных параметров, определения технических характеристик, проведения испытаний нагнетателей и тепловых двигателей.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций.

Проведение лекционных и практических занятий, выполнение расчетно-графической работы.

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы.

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
Общая трудоемкость дисциплины	5	216
1 семестр		
Трудоемкость дисциплины	3	108
Аудиторные занятия (всего)		60
В том числе:		
Лекции		30
Практические занятия (ПЗ)		15
Лабораторные работы (ЛР)		15
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		38+10(зач)
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: (подготовка к практическим занятиям)		38
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)	1	10
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		30
В том числе:		
Практические занятия (ПЗ)		15
Лабораторные работы (ЛР)		15

Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
2 семестр		
Трудоемкость дисциплины	3	108
Аудиторные занятия (всего)		60
В том числе:		
Лекции		30
Практические занятия (ПЗ)		30
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		12+36 (экз)
В том числе:		
Курсовая работа		10
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: (подготовка к практическим занятиям)		2
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)	1	36
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		40
В том числе:		
Практические занятия (ПЗ)		30
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Курсовая работа		10
Курсовой проект		не предусмотрен

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
Общая трудоемкость дисциплины	5	216
1 семестр		
Трудоемкость дисциплины	3	108
Аудиторные занятия (всего)		10
В том числе:		
Лекции		6
Практические занятия (ПЗ)		2
Лабораторные работы (ЛР)		2
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		94+4 (зач)
В том числе:		
Курсовая работа		30
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к практическим и лабораторным занятиям - изучение теоретической части дисциплины		64
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		4

Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		34
В том числе:		
Практические занятия (ПЗ)		2
Лабораторные работы (ЛР)		2
Курсовая работа		30
Курсовой проект		не предусмотрен
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		30
2 семестр		
Трудоемкость дисциплины	3	108
Аудиторные занятия (всего)		4
В том числе:		
Лекции		2
Практические занятия (ПЗ)		2
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		95+9 (экз)
В том числе:		не предусмотрена
Курсовая работа		не предусмотрен
Курсовой проект		не предусмотрен
Контрольная работа		не предусмотрена
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к практическим и лабораторным занятиям - изучение теоретической части дисциплины		95
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		9
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		2
В том числе:		
Практические занятия (ПЗ)		2
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Контрольная работа		не предусмотрена

5. Структура и содержание дисциплины.

Структура и содержание дисциплины построены по модульно-блочному принципу. Под модулем дисциплины понимается укрупненная логико-понятийная тема, характеризующаяся общностью использованного понятийно-терминологического аппарата.

5.1. Структура дисциплины.

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Трудоемк. часы	Лекции и	Практич. занятия	Лаб. практик	Сам. работа
---	---------------------	----------------	----------	------------------	--------------	-------------

1 семестр						
1	Теоретические основы расчета, изготовления и эксплуатации нагнетателей и тепловых двигателей.	30	10	4	2	12+2(зач)
2	Насосы.	41	10	6	8	13+4(зач)
3	Компрессоры, газодувки и вентиляторы.	37	10	5	5	13+4 (зач)
Итого 1 семестр:		108	30	15	15	30+18 (зач)
2 семестр						
4	Двигатели внутреннего сгорания (ДВС).	47	10	15	-	4+18 (экз)
5	Паровые и газовые турбины.	61	20	15	-	8+18 (экз)
Итого 2 семестр:		108	30	30	15	12+36 (экз)
Всего на дисциплину:		216	60	45	15	60+36(экз)

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Трудовое мк. часы	Лекции и	Практич. занятия	Лаб. практикум	Сам. работа
1 семестр						
1	Теоретические основы расчета, изготовления и эксплуатации нагнетателей и тепловых двигателей.	29	2	1	1	23+2(зач)
2	Насосы.	39	2	1	1	34+1(зач)
3	Компрессоры, газодувки и вентиляторы.	40	2	-	-	37+1(зач)
Итого 1 семестр:		108	6	2	2	94+4(зач)
2 семестр						
4	Двигатели внутреннего сгорания (ДВС).	45	1	-	-	40+4 (экз)
5	Паровые и газовые турбины.	63	1	2	-	55+5 (экз)
Итого 2 семестр:		108	2	2	-	95+9(экз)
Всего на дисциплину:		216	8	4	2	189+13 (зач,экз)

5. Структура и содержание дисциплины.

Структура и содержание дисциплины построены по модульно-блочному принципу. Под модулем дисциплины понимается укрупненная логико-понятийная тема, характеризующаяся общностью использованного понятийно-терминологического аппарата.

5.1.Содержание дисциплины.

Модуль 1. «Теоретические основы расчета, изготовления и эксплуатации нагнетателей и тепловых двигателей»:

Классификация тепловых двигателей и нагнетателей по энергетическому и конструктивному признакам. Классы гидромашин.

Понятия о компрессорах, вентиляторах, насосах, тепловых и гидродвигателях. Области применения различных машин. Тепловая электрическая станция как пример применения тепловых двигателей и нагнетателей.

Принцип преобразования энергии на примере теплового двигателя (турбинной осевой ступени) и центробежного нагнетателя (насоса).

Основные уравнения для одномерного потока, используемые для расчета течения жидкости в нагнетателях и тепловых двигателях: уравнение неразрывности, уравнение сохранения энергии, уравнение сохранения количества движения, термическое и калорическое уравнения состояния рабочего тела.

Истечение жидкостей и газов. Влияние косо́го среза сопла. Потери в соплах, действительный процесс истечения из сопел, коэффициенты скорости и расхода, коэффициент потерь энергии в сопловой решетке, важнейшие геометрические характеристики сопловой решетки. Рабочие лопатки. Скорость выхода рабочего тела из межлопаточных каналов. Потери энергии с выходной скоростью: коэффициенты скорости, потерь энергии, расхода.

Модуль 2. «Насосы»:

Определение гидравлических машин, классификация, область применения. Центробежные насосы: устройство, принцип действия, классификация, маркировка. Полный напор насоса. Движение жидкости на рабочем колесе. Осевая сила. Основное уравнение центробежных насосов. Влияние числа лопаток и гидравлических потерь на напор. Влияние выходного угла β_2 на напор. Статический и динамический напоры. Коэффициент реактивности рабочего колеса. Высота всасывания насоса. Кавитация, коэффициент кавитации, кавитационные характеристики. Причины и устранение кавитации.

Рабочие характеристики. Зависимость КПД и мощности насоса от расхода. Универсальная характеристика. Условия появления и предупреждение. Регулирование подачи насосов. Последовательная и параллельная работа насосов. Пересчет параметров насосов. Пуск и остановка насосов. Основные неполадки в работе насоса.

Поршневые насосы: устройство, принцип действия, классификация, маркировка. Схемы насосов простого, двойного, тройного и четверного действия. Теоретическая мгновенная производительность. Средняя и действительная производительность насосов. Графики их подач. Теоретическая индикаторная диаграмма. Индикаторная и полезная мощность насосов. Действительная индикаторная диаграмма. Высота всасывания и рабочие характеристики поршневых насосов. Регулирование подачи поршневых насосов. Эксплуатация и неисправности поршневых насосов. Изменения в индикаторной диаграмме. Достоинства и недостатки поршневых насосов.

Классификация объемных машин по давлению. Ротационные насосы: конструкция, работа, подача.

Шестеренные насосы: конструкция, работа, подача, мощность, рабочие характеристики.

Осевые насосы: конструкция, работа, маркировка, кавитационный запас. Решетка профилей, параллелограмм скоростей лопатки рабочего колеса. Уравнение неразрывности энергии. Расчет осевых машин.

Модуль 3. «Компрессоры, газодувки и вентиляторы»:

Классификация компрессорных машин, область применения.

Поршневые компрессоры: классификация, схемы, маркировка поршневых компрессоров. Теоретическая индикаторная диаграмма идеального компрессора и его работа. Теоретическая индикаторная диаграмма с учетом вредного пространства. Действительная индикаторная диаграмма. Объемный КПД компрессора. Производительность поршневых компрессоров и определение числа ступеней сжатия. Схема и работа двух- и трехступенчатых поршневых компрессоров с дифференциальным поршнем. Производительность и мощность поршневых компрессоров. Регулирование подачи. Устройство компрессорной станции. Запуск и эксплуатация компрессоров. Смазка поршневых компрессоров: требования к маслам, марки масел, нормы расхода масел, способы смазки.

Центробежные компрессоры: классификация. Схема и работа ступени компрессора. Уравнение баланса энергии газа и расчета конечного давления газа в рабочем колесе ступени компрессора. Определение напора теоретического и действительного. Коэффициент напора, мощность, привод компрессора. Регулирование производительности. Достоинства и недостатки центробежного компрессора.

Осевые компрессоры: область применения, схема и работа. Схемы решетки профилей лопаток. Определение полной удельной работы ступени.

Воздуходувные машины и их классификация, область применения.

Центробежные вентиляторы: назначение, классификация. Схема и принцип действия. Полный напор и мощность центробежного вентилятора. Производительность и рабочие характеристики центробежного вентилятора. Работа микроманометра и трубки Прандтля – Пито. Полезный напор вентилятора и влияние на него формы лопаток. Регулирование работы центробежных вентиляторов. Совместная работа вентиляторов. Определение основных размеров центробежных вентиляторов. Форма рабочих колес и их применение. Стандартные положения корпусов вентиляторов. Исполнение вентиляторных установок. Маркировка вентиляторов. Особенности вентиляторных установок. Выбор вентиляторов.

Осевые вентиляторы: область применения. Схема и принцип действия, классификация. Назначение основных элементов. Решетка профилей, напор и мощность осевого вентилятора. Рабочие характеристики.

Модуль 4. «Двигатели внутреннего сгорания (ДВС)»:

Принципиальные схемы осуществления рабочих процессов в поршневых двигателях внутреннего сгорания. Пути повышения мощности двигателей внутреннего сгорания. Термодинамические циклы двигателей внутреннего сгорания. Общие принципы в устройстве двигателей внутреннего сгорания. Топливоподающая система и смесеобразование в дизелях. Топливоподающая система в карбюраторных и газовых двигателях. Система зажигания карбюраторных и газовых

двигателей. Системы смазки и охлаждения двигателей. Конструкции двигателей внутреннего сгорания. Режимы работы двигателей. Скоростные характеристики. Характеристики двигателей при различных способах регулирования. Нагрузочные и другие характеристики.

Модуль 5. «Паровые и газовые турбины»:

Паротурбинные установки и их термический КПД. Основные сведения о паровых турбинах. Тепловой процесс многоступенчатой турбины в h,s диаграмме. Коэффициент возврата теплоты. Характеристический коэффициент многоступенчатой турбины. Предельные и единичные мощности турбин. Турбины с отбором пара для регенерации. Особенности профилирования длинных лопаток. Основные данные для проектирования турбины. Расчет осевых усилий. Режимы работы турбин. Давление и расход пара в ступенях турбин и распределение теплоперепадов при переменном режиме. Регулирование турбин. Статическая характеристика регулирования. Параллельная работа турбин. Защита турбин от повышения числа оборотов. Защита турбин от осевого сдвига роторов. Схема маслоснабжения турбин. Конструкции конденсационных паровых турбин.

Схемы и циклы простейших ГТУ. Основные показатели, характеризующие ГТУ и способы повышения экономичности ГТУ. Одновальные ГТУ с регенерацией. ГТУ со ступенчатым сжатием и со ступенчатым сгоранием. Сложные и многовальные ГТУ. Замкнутые ГТУ. ГТУ с поршневыми камерами сгорания, парогазовые установки. Типы газовых турбин и особенности их лопаточного аппарата. Конструкции основных деталей газовых турбин и материалы применяемые для их изготовления. Методы повышения термической стойкости турбинных деталей и способы их охлаждения. Камеры сгорания. Современные конструкции ГТУ и области их применения.

5.3. Лабораторный практикум

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 5. Лабораторные работы и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ	Наименование лабораторных работ	Трудо-ть в часах
1 семестр		
Модуль 1 Цель: знакомство со свойствами и режимами движения рабочих сред нагнетателей	1. Исследование режимов течения жидкостей по трубопроводам	2
Модуль 2 Цель: знакомство с конструкцией и техническими характеристиками насосов. Приобретение навыков определения и регулирования режимных параметров насосов.	1. Получение напорно-расходной характеристики центробежного насоса.	4
	2. Испытания поршневого насоса.	4
Модуль 3 Цель: знакомство с конструкцией и техническими характеристиками	1. Получение напорно-расходной характеристики центробежной газодувки.	2

компрессоров, газодувок и вентиляторов. Приобретение навыков определения и регулирования режимных параметров воздушных нагнетателей.	2. Испытания поршневого компрессора.	3
---	--------------------------------------	---

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 6. Лабораторные работы и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ	Наименование лабораторных работ	Трудот-ь в часах
1 семестр		
Модуль 1 Цель: знакомство со свойствами и режимами движения рабочих сред нагнетателей	1. Исследование режимов течения жидкостей по трубопроводам	1
Модуль 2 Цель: знакомство с конструкцией и техническими характеристиками насосов. Приобретение навыков определения и регулирования режимных параметров насосов.	1. Получение напорно-расходной характеристики центробежного насоса.	1

5.4. Практические занятия.

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 7. Тематика практических занятий и их трудоёмкость

№	Модули. Цели практического занятия	Примерная тематика практического занятия	Трудо-сть в часах
1 семестр			
1	Модуль 1. Цель: Изучение теоретических основ расчета нагнетателей и тепловых двигателей.	1. Расчет режимов движения рабочих сред в нагнетателях по уравнениям сохранения. 2. Расчет истечения рабочих сред из сопел и насадок. 3. Расчет энергетических потерь в нагнетателях и тепловых двигателях.	4
2	Модуль 2. Цель: Изучение методов расчета и правил выбора насосов	1. Расчет производительности и мощности поршневых насосов. 2. Расчет производительности и мощности центробежных насосов. 3. Расчет, построение гидравлических характеристик и выбор насосов.	6
3	Модуль 3. Цель: Изучение методов расчета и правил выбора компрессоров, газодувок и вентиляторов.	1. Расчет производительности и мощности поршневых компрессоров. 2. Расчет производительности и мощности центробежных газодувок и вентиляторов. 3. Расчет, построение гидравлических характеристик и выбор компрессоров, газодувок и вентиляторов .	5
2 семестр			

4	Модуль 4. Цель: Изучение методов расчета и правил выбора ДВС.	1. Расчет термодинамических циклов ДВС. 2. Расчет и построение индикаторных диаграмм ДВС.	15
5	Модуль 5. Цель: Изучение методов расчета и конструирования паровых и газовых турбин.	1. Расчет термодинамических циклов паро-газотурбинных установок. 2. Расчет формы и профилей лопаток паровых и газовых турбин.	15

ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Таблица 8. Тематика практических занятий и их трудоёмкость

№	Модули. Цели практического занятия	Примерная тематика практического занятия	Трудо-сть в часах
1 семестр			
1	Модуль 1. Цель: Изучение теоретических основ расчета нагнетателей и тепловых двигателей.	1. Расчет энергетических потерь в нагнетателях и тепловых двигателях.	1
2	Модуль 2. Цель: Изучение методов расчета и правил выбора насосов	1. Расчет производительности и мощности поршневых насосов.	1
2 семестр			
3	Модуль 5. Цель: Изучение методов расчета и конструирования паровых и газовых турбин.	1. Расчет термодинамических циклов паро-газотурбинных установок.	2

5.5. Практикумы, тренинги, деловые и ролевые игры.

Учебным планом не предусмотрены.

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости.

6.1. Цели самостоятельной работы.

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умения подготовки выступления и ведения дискуссии.

6.2. Организация и содержание самостоятельной работы.

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к лабораторным работам, к текущему контролю успеваемости, в выполнении курсовой работы.

После вводных лекций, в которых обозначается содержание дисциплины, ее проблематика и практическая значимость, студентам выдается задание на курсовую работу. Работа состоит из 3 заданий, соответствующих модулям 2-6, оформляется на листах формата А4 с возможностью отображения рисунков и эскизов на

«миллиметровке». Максимальная оценка за выполненную работу – 10 баллов, в т.ч. 5 баллов – за оформительскую часть, 5 баллов – за устный ответ на вопросы по содержанию работы.

В рамках дисциплины выполняется 4-5 лабораторных работ, которые защищаются посредством тестирования или устным опросом (по желанию обучающегося). Максимальная оценка за каждую выполненную лабораторную работу – 5 баллов, минимальная – 3 балла.

Выполнение всех лабораторных работ обязательно. В случае невыполнения лабораторной работы по уважительной причине студент имеет право выполнить ее самостоятельно в компьютерном классе, по согласованной с преподавателем исходных данных по модулю, по которому пропущена лабораторная работа.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

7.1. Основная литература

1. Тепловые двигатели и нагнетатели : учебное пособие / В.В. Черниченко [и др.]. - Москва; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - ЦОР IPR SMART. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-9729-0589-8. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/114975> . - (ID=147395-0)
2. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы : учебник для вузов : в составе учебно-методического комплекса / Т.М. Башта [и др.]. - 2-е изд. ; перераб. - М. : Альянс, 2013. - 423 с. - (УМК-У). - Библиогр. : с. 418. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-91872-007-3 : 715 p. - (ID=98120-8)
3. Ухин, Б.В. Гидравлические машины : насосы, вентиляторы, компрессоры и гидропривод : учеб. пособие для вузов по направлению 270100 "Строительство" : в составе учебно-методического комплекса / Б.В. Ухин. - М. : Форум : ИНФРА-М, 2011. - 319 с. : ил., граф. - (Высшее образование). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-8199-0436-7 (Форум) : 220 p. - (ID=83918-6)
4. Масленников, Д.Г. Тепловые двигатели : учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса / Д.Г. Масленников; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь : ТвГТУ, 2014. - 123 с. - (УМК-У). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0738-1 : [б. ц.]. - (ID=106439-75)
5. Масленников, Д.Г. Тепловые двигатели : учеб. пособие / Д.Г. Масленников; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь : ТвГТУ, 2014. - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-0738-1 : 0-00. - URL: <https://elib.tstu.ver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/105710> . - (ID=105710-1)

7.2. Дополнительная литература

1. Иванов, Г.Н. Гидравлика и теплотехника : учебное пособие : в составе учебно-методического комплекса / Г.Н. Иванов; Тверской государственный технический университет. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2008. - 187 с. : ил. -

- (УМК-У). - Библиогр. : с. 185. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0434-2 : 114 р. 30 к. - (ID=73933-123)
2. Иванов, Г.Н. Гидравлика и теплотехника : учебное пособие : в составе учебно-методического комплекса / Г.Н. Иванов; Тверской государственный технический университет. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2008. - (УМК-У). - [Сервер](#). - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-0434-2 : 0-00. - (ID=74161-1)
 3. Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : учеб. пособие для вузов / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков; под ред. П.Г. Романкова. - 13-е изд. ; стер. - Москва : Альянс, 2006. - 575 с. : ил. - Библиогр. : с. 502 - 509. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-98535-020-7 : 447 р. 50 к. - (ID=60290-20)
 4. Гримитлин, А.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры в инженерном оборудовании зданий : учеб. пособие / А.М. Гримитлин, О.П. Иванов, В.А. Пухкал. - СПб. : Авок Северо-Запад, 2006. - 210 с. : ил. - (Учебная библиотека АВОК Северо-Запад). - Библиогр. : с. 179. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-902146-09-0 : 200 р. - (ID=62838-17)
 5. Гримитлин, А.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры в инженерном оборудовании зданий : учеб. пособие / А.М. Гримитлин, О.П. Иванов, В.А. Пухкал. - СПб. : Авок Северо-Запад, 2006. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - (Учебная библиотека АВОК Северо-Запад). - CD. - Текст : электронный. - ISBN 5-902146-09-0 : 200 р. - (ID=62839-5)
 6. Башта, Т.М. Объемные насосы и гидравлические двигатели гидросистем : учебник для вузов по спец. "Гидропневмоавтоматика и гидропривод" / Т.М. Башта. - Москва : Машиностроение, 1974. - 606 с. : ил. - Библиогр. : с. 598. - Текст : непосредственный. - 1 р. 48 к. - (ID=22644-16)
 7. Леонтьев, В.К. Насосы и насосные установки: расчет насосной установки : учебное пособие для вузов / В.К. Леонтьев, М.А. Барашева; Ярославский государственный технический университет. - 2-е изд. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-13028-7. - URL: <https://urait.ru/book/nasosy-i-nasosnye-ustanovki-raschet-nasosnoy-ustanovki-496511> . - (ID=135711-0)
 8. Насосы. Вентиляторы. Кондиционеры : справочник / Е.М. Росляков [и др.]. - СПб. : Политехника, 2006. - 822 с. + 1 л. табл. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-7325-0794-9 : 949 р. - (ID=68462-8)

7.3. Методические материалы

1. Оценочные средства промежуточной аттестации: экзамен по дисциплине "Нагнетатели и тепловые двигатели". Направление подготовки бакалавров 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль - Автономные энергетические системы : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Гидравлика, теплотехника и гидропривод ; разработ. В.В. Шелгунов. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - (УМК-В). - [Сервер](#). - Текст : электронный. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/120580>. - (ID=120580-0)

2. Оценочные средства промежуточной аттестации: курсовая работа по дисциплине "Нагнетатели и тепловые двигатели". Направление подготовки бакалавров 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль - Автономные энергетические системы : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Гидравлика, теплотехника и гидропривод ; разработ. В.В. Шелгунов. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - (УМК-В). - Сервер. - Текст : электронный. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/120583>. - (ID=120583-0)
3. Оценочные средства промежуточной аттестации: зачет по дисциплине "Нагнетатели и тепловые двигатели". Направление подготовки бакалавров 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль - Автономные энергетические системы : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Гидравлика, теплотехника и гидропривод ; разработ. В.В. Шелгунов. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - (УМК-В). - Сервер. - Текст : электронный. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/120581>. - (ID=120581-0)
4. Учебно-методический комплекс дисциплины "Нагнетатели и тепловые двигатели". Направление подготовки бакалавров 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, Направленность (профиль) - Автономные энергетические системы : ФГОС 3++ / Каф. Гидравлика, теплотехника и гидропривод ; сост. Н.П. Курбатов. - Тверь, 2022. - (УМК). - Текст : электронный. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/152083> . - (ID=152083-0)

7.4. Программное и коммуникационное обеспечение.

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭКТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ" : сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.]. Диск 1,2,3,4. - М. :Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст : электронный. - 119600 р. – (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

8. Материально-техническое обеспечение.

При изучении дисциплины «Нагнетатели и тепловые двигатели» используются современные средства обучения: наглядные пособия, презентации, схемы, имеются более 170 электронных плакатов, выполненных Уральским политехническим институтом

Возможна демонстрация лекционного материала с помощью мультипроектора.

Выполнение лабораторных работ предусмотрено в двух вариантах:

- на реальных физических моделях кафедры ГТиГ и
- на их виртуальных аналогах (виртуальные лаборатории), разработанных в стенах нашего института.

Лабораторные работы проводятся в 2 лабораториях кафедры ГТи ГП и ТМО:

- учебно-исследовательская лаборатория;
- лаборатория технологических машин и оборудования. Перечень основного оборудования:

1. муфельная печь, сушильная печь;
2. поршневой компрессор;
3. роторная газодувка;
4. центробежный насос;
5. кожухотрубный теплообменник;
6. центробежный вентилятор;
7. паровая турбина;
8. термометры, термопары, газоанализатор.

9. Фонд оценочных средств промежуточной аттестации.

9.1. Фонд оценочных средств промежуточной аттестации в форме экзамена.

Критерии оценки и ее значения для категории «знать» (количественный критерий):

Ниже базового – 0 баллов.

Базовый уровень (репродуктивные знания) – 1 балл.

Повышенный уровень (продуктивные знания) – 2 балла.

Критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

Отсутствие умения – 0 баллов.

Наличие умения – 1 балл.

Критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

Отсутствие владения – 0 баллов.

Наличие владения – 2 балла.

4. Вид экзамена – письменный экзамен.

5. Форма экзаменационного билета.

Билет соответствует утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих ФГОС ВО, форме. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении. Обучающемуся дается право

выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

С целью повышения ответственности обучающегося за результат экзамена устанавливаются следующие требования:

частично правильные ответы с дробными баллами не предусмотрены; верное выполнение задания (решения задачи) не допускает любых погрешностей по существу задания.

6. Критерии оценки за экзамен:

«отлично» - при сумме баллов 5;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

7. База заданий, предназначенных для предъявления студентам на экзамене.

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины за 2 семестр (экзамен):

1 Место и роль нагнетателей и тепловых двигателей в системах теплоэнергоснабжения промышленных предприятий.

1. Классификация нагнетателей и тепловых двигателей.

2. Анализ влияния начальных условий, охлаждения и подвода тепла, сжимаемости и типа рабочего тела на работу сжатия и расширения.

3. Классификация насосов.

4. Определение мощности машины, понятие о КПД нагнетателя и теплового двигателя.

7. Принцип действия динамического нагнетателя

8. Основное уравнение, определяющее принцип проектирования и конструирования турбонагнетателей. Уравнение Эйлера

5. Параметры ступени нагнетателя

6. Влияние формы лопаток на рабочие параметры нагнетателя

7. Общая классификация потерь в нагнетателях.

8. Центробежные компрессоры. Конструкция. Область применения.

9. Основные способы изменения характеристики компрессора.

10. Осевые компрессоры. Конструкция. Область применения.

11. Сопоставление показателей и обоснование преимущественных зон применения центробежных и осевых компрессоров.

12. Область применения различных типов тепловых двигателей. Классификация.

16. Теоретические циклы тепловых двигателей паросиловых установок

17. Циклы газотурбинных

18 Принцип действия активных и реактивных турбин.

19. Классификация паровых турбин.

20. Конструкция паровой турбины (на примере К-50-90).

21. КПД паровой турбины и направления его увеличения.

22. Конструктивные схемы паровых турбин.

23. Преобразование энергии в активной ступени турбины.

24. Преобразование энергии в реактивной ступени турбины.
25. Усилия, действующие на лопатки турбины.
26. Мощность ступени, удельная работа относительный лопаточный КПД.
27. ГТУ. Принципиальная схема, конструктивные элементы (компрессор, камера сгорания, турбина).
28. Термодинамический и действительный циклы. КПД. Способы повышения экономичности.

Число экзаменационных билетов – 15. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3. Пример экзаменационного билета приведен в Приложении.

8. Методические материалы, определяющие процедуру проведения экзамена. Продолжительность экзамена – 60 минут.

При ответе на вопросы экзамена допускается использование нормативной документации (Федеральных законов, Технических регламентов, ГОСТ, ГОСТ Р, подзаконных актов и т.п.).

Пользование различными техническими устройствами не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

9.2. Фонд оценочных средств промежуточной аттестации в форме зачета.

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации – «зачтено», «не зачтено».
2. Вид промежуточной аттестации в форме зачета.

Вид промежуточной аттестации устанавливается преподавателем:

по результатам текущего контроля знаний обучающегося без дополнительных контрольных испытаний или с выполнением дополнительного итогового контрольного испытания при наличии у студентов задолженностей в текущем контроле.

2. Для дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке предоставляется:

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины за 1 семестр (зачет):

13. Общие понятия и классификация нагнетателей.
2. Принципы действия лопастных (центробежных, осевых), объемных (поршневых, роторных) и пневматических (струйных, газлифтов) нагнетателей.
3. Параметры работы нагнетателей (подача, напор, удельная работа, мощность).
4. Центробежные нагнетатели. Основные элементы. Рабочее колесо.
5. Параллелограмм скоростей центробежного нагнетателя. Уравнение Эйлера.
6. Мощность и КПД центробежного нагнетателя. Влияние конструктивного угла β_2 .
7. Подобие центробежных нагнетателей. Быстроходность.
8. Универсальные и безразмерные характеристики.

9. Работа нагнетателей на сеть. Параллельная и последовательная работа нагнетателей.

10. Способы регулирования нагнетателей. Критерии оценки способа регулирования.

11. Регулирование дросселем, направляющим аппаратом, частотой вращения.

12. Многоступенчатые и многопоточные центробежные нагнетатели.

13. Осевая сила и методы для ее снижения.

14. Классификация насосов по быстроходности.

15. Допустимая высота всасывания насоса (по условию кавитации). Эксплуатация насосных установок.

16. Проектный расчет колеса центробежного нагнетателя. Исходные данные, цель, основные расчетные формулы.

17. Группы насосов, применяемых в теплоэнергетике; краткая характеристика, особенности конструкции.

18. Характеристика центробежных вентиляторов, применяемых в теплоэнергетике.

19. Компрессоры и газодувки. Назначение, типы, краткая характеристика.

20. Термодинамика компрессорного процесса. Мощность и КПД.

21. Охлаждение компрессора. промежуточное охлаждение воздуха; техническая и экономическая целесообразность.

22. Основные элементы конструкции центробежного компрессора.

23. Основные элементы конструкции осевого компрессора.

24. Поршневые компрессоры (П.К.). Принцип действия, основные элементы конструкции, схемы многоступенчатых поршневых компрессоров.

Критерии выполнения контрольного испытания и условия проставления зачёта:

для категории «знать» (бинарный критерий):

Ниже базового - 0 баллов.

Базовый уровень – 1 балл.

Критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

Отсутствие умения – 0 баллов.

Наличие умения – 2 балл.

Критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

Отсутствие умения – 0 баллов.

Наличие умения – 2 балл.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;

«не зачтено» - при сумме баллов 0, или 1.

Число заданий для дополнительного итогового контрольного испытания - 20.

Число вопросов – 3.

Продолжительность – 60 минут.

9.3. Фонд оценочных средств промежуточной аттестации в форме курсовой работы

1. Шкала оценивания курсовой работы – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2. Примерная тематика курсовых работ: «Циклы паросиловых установок», «Термодинамический анализ работы турбины» и т. д.

Каждому обучающемуся выдается индивидуальное задание (по вариантам) и задание в соответствии с направленностью его темы магистерской диссертации. Студент по согласованию с преподавателем может самостоятельно выбрать объект и тему курсовой работы на базе организации или предприятия, на котором проводится практика или научно-исследовательская работа.

3. Критерии итоговой оценки за курсовую работу:

Таблица 4. Оцениваемые показатели для проведения промежуточной аттестации в форме курсовой работы

№ раздела	Наименование раздела	Баллы по шкале уровня
1	Построение процесса расширения пара в проточной части турбины.	Выше базового – 4 Базовый – 3 Ниже базового – 0
2	Определение расхода сетевой воды (расчет сетевых подогревателей).	Выше базового – 5 Базовый – 3 Ниже базового – 0
3	Совместное решение уравнений в расчете деаэратора и ПНД.	Выше базового – 5 Базовый – 3 Ниже базового – 0
4	Тепловой и конструктивный расчеты теплообменных аппаратов.	Выше базового – 5 Базовый – 3 Ниже базового – 0

Критерии итоговой оценки за курсовую работу:

«отлично» – при сумме баллов от 15 до 19;

«хорошо» – при сумме баллов от 10 до 14;

«удовлетворительно» – при сумме баллов от 7 до 10;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов менее 7, а также при любой другой сумме, если по разделам «1, 2, 3», работа имеет 0 баллов.

Требования и методические указания по структуре, содержанию и выполнению работы, а также критерии оценки, оформлены в качестве отдельно выпущенного документа на кафедре ГТиГП.

Курсовая работа состоит из титульного листа, содержания, введения, основной части (разделы 1-3 табл. 4), заключения, списка использованных источников. Текст должен быть структурирован, содержать рисунки и таблицы. Рисунки и таблицы должны располагаться сразу после ссылки на них в тексте таким образом, чтобы их можно было рассматривать без поворота курсовой работы. Если это сложно, то допускается поворот по часовой стрелке.

Если таблицу приходится переносить на следующую страницу, то помещают слова: «продолжение табл.» с указанием номера справа, графы таблицы пронумеровывают и повторяют их нумерацию на следующей странице. Заголовок таблицы не повторяют.

Во введении необходимо отразить актуальность темы, цель и задачи курсовой работы. Объем должен составлять 1...2 страницы.

В основной части необходимо отразить все пункты полученного задания (разделы 1–3).

В тексте должны быть ссылки на литературные и нормативные источники подтверждающие правильность выбора методики или результатов расчетов.

В заключении необходимо подтвердить полноту и правильность выполнения всех разделов курсовой работы со ссылками на нормативы и аналоги (из справочников и учебных пособий). Объем должен составлять 1...2 страницы.

Все чертежи выполняются на листах формата А4 и вставляются в пояснительную записку. Применение компьютерной графики разрешается и приветствуется. Применение ксерокопий и фотографий чертежей допускается только для оборудования, являющегося основой темы магистерской диссертации.

Оптимальный объем курсовой работы 10...15 страниц машинописного текста. Правила оформления: шрифт – TNR pt14; межстрочный интервал – 1,5; поля: левое – 30 мм; правое – 15 мм; верхнее и нижнее – 20 мм; номер страницы – арабским цифрами вверху по центру страницы. Нумерация страниц курсовой работы должна быть сквозной. Первой страницей является титульный лист, на нем номер страницы не ставится, второй – содержание и т.д. Приложения необходимо включать в сквозную нумерацию. Расстановка переносов – **нет**. Выравнивание – по ширине страницы. Формулы должны быть вписаны в редакторе формул по центру страницы и обозначены по правому краю; нумерация формул – в соответствии с разделами. Таблицы оформляются шрифтом №14 или №12 (все таблицы работы делаются одним шрифтом!). Перед таблицей следует надпись, например «Таблица 2.2», располагающаяся по правому краю, на следующей строке курсивом с большой буквы с выравниванием по центру страницы наименование таблицы, далее сама таблица. Нумерация таблиц – в соответствии с разделами. Рисунки должны быть обозначены буквами «Рис.» под рисунком по центру страницы и иметь номер в соответствии с разделом. Все рисунки и таблицы приводятся в тексте после первого упоминания о них. Список использованных источников составляется в порядке их упоминания в тексте и оформляется по ГОСТ Р 7.05-2008. Ссылки на источники должны приводиться по тексту в квадратных скобках.

Защита курсовой работы проводится в течение двух последних недель семестра и выполняется в форме устной защиты в виде доклада на 5-7 минут с последующим ответом на поставленные вопросы, в ходе которых выясняется глубина знаний студента и самостоятельность выполнения работы.

В процессе выполнения обучающимся курсовой работы руководитель осуществляет систематическое консультирование.

Курсовая работа не подлежат обязательному внешнему рецензированию. Рецензия руководителя обязательна и оформляется в виде отдельного документа.

Курсовые работы хранятся на кафедре в течение года.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.

Студенты перед началом изучения дисциплины должны быть ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки, которые должны быть опубликованы и размещены на сайте вуза или кафедры.

В учебном процессе рекомендуется внедрение субъект-субъектной педагогической технологии, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

Рекомендуется обеспечить студентов, изучающих дисциплину, электронными учебниками, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению лабораторных работ, а также всех видов самостоятельной работы.

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины.

Кафедра ежегодно обновляет содержание рабочих программ дисциплин, которые оформляются протоколами заседаний кафедры, форма которых утверждена Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих ФГОС ВО.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров – 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
Профиль – Автономные энергетические системы.
Кафедра «ГТиГП»
Дисциплина «Нагнетатели и тепловые двигатели»
Семестр 5 (7)

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО
КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ № _____**

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 балл:
Основные термины и определения дисциплины. Принцип действия и классификация объёмных нагнетателей. Область применения.
2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – или 0, или 1 балл:
Тепловой баланс карбюраторного ДВС.
3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – или 0, или 1 балла:
Последовательность испытаний нагнетателей при их вводе в эксплуатацию.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;
«не зачтено» - при сумме баллов 0, или 1.

Составитель: доцент каф. ГТиГП _____ Н.П. Курбатов

Заведующий кафедрой ГТиГП: _____ А.Л.Яблонев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров – 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
Профиль – Автономные энергетические системы.
Кафедра «ГТиГП»
Дисциплина «Нагнетатели и тепловые двигатели»
Семестр 6 (8)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 балл:
Анализ влияния начальных условий, охлаждения и подвода тепла, сжимаемости и типа рабочего тела на работу сжатия и расширения.
2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – или 0, или 2 балла:
Конструкция паровой турбины (на примере К-50-90).
3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – или 0, или 2 балла:
КПД паровой турбины и направления его увеличения.

Критерии итоговой оценки за экзамен:

- «отлично» - при сумме баллов 4-5;
- «хорошо» - при сумме баллов 3-4;
- «удовлетворительно» - при сумме баллов 2-3;
- «неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: доцент каф. ГТиГП _____ Н.П. Курбатов

Заведующий кафедрой ГТиГП: _____ А.Л.Яблонев