

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Вишневский Дмитрий Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 17.10.2025 16:47:32
Уникальный программный ключ:
03474917c4d012283e5ad996a48a5e70bf8da057

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет информационных технологий и автоматизации
производственных процессов
Кафедра автоматизированного управления и инновационных
технологий

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по учебной работе
Д.В. Мулов



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Промышленная огнетехника
(наименование дисциплины)

15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
(код, наименование направления)

Автоматизированное управление технологическими процессами
и производствами
(профиль подготовки)

Квалификация бакалавр
(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения очная, заочная
(очная, очно-заочная, заочная)

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цели дисциплины. Целью изучения дисциплины «Промышленная огнетехника» является формирование системы знаний в области высокотемпературных процессов в разнообразных отраслях промышленности (металлургической, машиностроительной, химической и т.д.), а также получение необходимых знаний в области энергосбережения за счет усовершенствования тепловых схем теплотехнологичных установок (ТТУ).

Задачи изучения дисциплины: изучение студентами конструкций и принципов работы основных типов высокотемпературных теплотехнологических агрегатов, овладение методиками составления тепловых балансов, расчета горения топлива, внешнего и внутреннего теплообмена разнообразных ТТУ.

Дисциплина направлена на формирование профессиональных компетенций (ПК-2 и ПК-5) выпускника.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины – курс входит в обязательную часть БЛОК 1 «формируемая участниками образовательных отношений» подготовки студентов по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств.

Дисциплина реализуется кафедрой автоматизированного управления и инновационных технологий. Основывается на базе дисциплин: Физика, Математика, Термодинамика и теплотехника, Гидравлика, Технологические процессы автоматизированного производства, Оборудование технологических процессов отрасли, Энергоснабжение производства в отрасли.

Является основой для изучения следующих дисциплин: преддипломная практика, подготовка выпускной квалификационной работы.

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у студента собирать и подготавливать информацию для составления технического задания на АСУТП, а также собирать и накапливать данные о технологическом процессе, разрабатывать отдельные разделы проекта автоматизированной системы управления технологическим процессом.

Курс способствует формированию у студентов представлений об производственных объектах, оборудовании, технике и технологии теплоэнергетической и металлургической промышленности как объектов автоматизации.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7-ом семестре и 8-м семестре. Форма промежуточной аттестации в седьмом семестре – зачет, восьмом семестре – экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины в седьмом семестре составляет 4 зачетные единицы, 144 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия(36 ак.ч.), практические занятия (36 ак.ч.) и самостоятельная работа студента (72 ак.ч.).

Общая трудоемкость освоения дисциплины в восьмом семестре составляет 4 зачетные единицы, 144 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия(24 ак.ч.), практические (36 ак.ч.) и самостоятельная работа студента (84 ак.ч.).

Для *заочной* формы обучения дисциплина изучается на 5 курсе в 9-ом семестре и 10-м семестре. Форма промежуточной аттестации в 9-м семестре – зачет, 10-м семестре – экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины в девятом семестре составляет 4 зачетные единицы, 144 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия(8 ак.ч.), практические занятия (6 ак.ч.) и самостоятельная работа студента (130 ак.ч.).

Общая трудоемкость освоения дисциплины в десятом семестре составляет 4 зачетные единицы, 144 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия(10 ак.ч.), практические (10 ак.ч.) и самостоятельная работа студента (124 ак.ч.).

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Программирование и алгоритмизация» направлен на формирование компетенции, представленной в таблице 1.

Таблица 1 — Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способен собирать и подготавливать информацию для составления технического задания на АСУТП	ПК-2	ПК-2.5. Умеет выделять особенности теплоэнергетических и металлургических процессов и оборудования как объектов автоматизации для составления технического задания на АСУТП. ПК-2.6. Владеет методами анализа теплоэнергетических и металлургических процессов и оборудования как объектов управления
Способен разрабатывать методическое и информационное обеспечение автоматизированной системы управления технологическим процессом	ПК-5	ПК-5.1. Знает содержание методического и информационного обеспечения автоматизированных систем управления. ПК-5.2. Знает нормативные и руководящие документы по разработке методического и информационного обеспечения автоматизированных систем управления.

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины в седьмом семестре составляет 4 зачётные единицы, 144 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к текущему контролю, подготовка к практическим занятиям, самостоятельное изучение материала и подготовку к зачету.

Общая трудоёмкость учебной дисциплины в восьмом семестре составляет 4 зачётные единицы, 144 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к текущему контролю, подготовка к практическим занятиям, самостоятельное изучение материала и подготовку к экзамену.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы, и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч. по семестрам	
		7	8
Во втором и третьем семестрах			
Аудиторная работа, в том числе:	132	72	60
Лекции (Л)	60	36	24
Практические занятия (ПЗ)	72	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	–	–	–
Курсовая работа/курсовой проект	–	–	–
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	156	72	84
Подготовка к лекциям	26	12	14
Подготовка к защите лабораторных работ		-	-
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	26	12	14
Выполнение курсовой работы / проекта		-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)		-	-
Реферат (индивидуальное задание)		-	-
Домашнее задание		-	-
Подготовка к контрольной работе (тестированию)	24	12	12
Подготовка к коллоквиуму		-	-
Аналитический информационный поиск	26	12	14
Работа в библиотеке	26	12	14
Подготовка к зачету/экзамену	28	12	16
Промежуточная аттестация – зачет (З), экзамен (Э)	З, Э	З	Э
Общая трудоемкость дисциплины			
ак.ч.	288	144	144
з.е.	8	4	4

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенции, приведенной в п.3 дисциплина разбита:

В седьмом семестре на следующие темы:

- тема 1 (Теплотехнологические установки (ТТУ))
- тема 2 (Особенности сжигания топлива в ТТУ)
- тема 3 (Теплообмен в теплотехнологических установках)
- тема 4 (Внутренний теплообмен)
- тема 5 (Структура материального и теплового баланса ВТТУ)

В восьмом семестре дисциплина разбита на следующие темы:

- тема 6 (Особенности движения газов в ТТУ)
- тема 7 (Основы энергосберегающих теплотехнологий)
- тема 8 (Термическая переработка твердого топлива)

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы приведены в таблице 3 и 4 соответственно.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
седьмой семестр							
1	Тема 1. Теплотехнологические установки (ТТУ)	Классификация ТТУ по разнообразным признакам. Теплотехническая классификация технологических процессов и теплотехнические принципы, которые реализованы в них. Структурная схема теплотехнологических установок (ТТУ) и краткая характеристика ее элементов. Тепловые и теплотехнические схемы ТТУ	8	ПЗ № 1 «Расчет полного горения газообразного топлива» «Расчет полного горения твердого топлива»	8	—	—
2	Тема 2. Особенности сжигания топлива в ТТУ	Топливо, применяемое в ТТУ. Основные положения расчета горения топлива. Калориметрическая и теоретическая температуры горения. Закон Аррениуса. Методика расчета полного горения топлива ($\alpha > 1$) в ТТУ. Методика расчета неполного горения топлива. Основные расчетные формулы. Горелочные устройства, применяемые для сжигания топлива в ТТУ. Назначение, классификация, конструкции	8	ПЗ № 2 «Расчет полного горения смеси газообразного топлива» «Расчет неполного горения газообразного топлива ($\alpha < 1$)»	8	—	—

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
3	Тема 3. Теплообмен в теплотехнологич еских установках	Общая организация теплопередачи в рабочей камере разнообразных типов ТТУ. Внешний теплообмен. Теплообмен в промышленных печах с большим объемом свободного рабочего пространства. Режимы теплообмена в нагревательных и плавильных печах: равномерно распределенный внешний теплообмен в рабочем пространстве печи; направленный косвенный радиационный теплообмен; внешний теплообмен в плотном, кипящем и взвешенном слое материала	8	ПЗ № 3 «Определени е времени нагрева стальной заготовки, имеющей форму цилиндра при заданной температуре поверхности заготовки $t_{\text{м}}^{\text{пов}}$ » «Определени е времени нагрева стальной заготовки, имеющей форму плоской пластины при заданной температуре поверхности заготовки $t_{\text{м}}^{\text{пов}}$ »	6	—	—

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
4	Тема 4. Внутренний теплообмен	Термически тонкие и массивные тела. Критерий массивности. Расчет нагрева тонких тел. Нагрев массивных тел. Условия однозначности при расчете массивных тел. Методика расчета нагрева металла в нагревательных печах при постоянной температуре печи ($T_{\text{п}} = \text{const}$)	8	ПЗ № 4 «Определение приведенной (видимой) степени черноты и приведенного (видимого) коэффициента излучения»	6	—	—
5	Тема 5. Структура материального и теплового баланса ВТТУ	Общее уравнение теплового баланса у рабочей камере ТТУ и анализ ее. Эксергетический баланс ТТУ. Удельный расход топлива и методы его снижения. Система КПД ТТУ	8	ПЗ № 5 «Расчет общего теплового баланса доменной плавки»	8	—	—
Всего аудиторных часов			36	36		-	
Восьмой семестр							
1	Тема 6. Особенности движения газов в ТТУ	Аэродинамика струй и определение основных его характеристик. Основы аэродинамического расчета ТТУ. Уравнение Бернулли. Выбор тягодутьевых устройств	8	ПЗ № 6 «Определение высоты дымовой трубы, предназначенной для удаления дымовых газов из	10	—	—

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
				методической печи»			
2	Тема 7. Основы энергосберегаю- щих теплотехнологий	Источники и направления использования ВЭР. Устройства для использования ВЭР. Основы расчета рекуперативных и регенеративных теплообменных аппаратов. Регенеративное замкнутое теплоиспользование. Внешнее энергетическое теплоиспользование. Комбинированное энерготехнологическое теплоиспользование	8	ПЗ № 7 «Тепловой расчет рекуператора »	12	–	–
3	Тема 8. Термическая переработка твердого топлива	Газификация кокса у доменной печи	8	ПЗ № 8 «Поверочный расчет теплообмен- ного аппарата» Проведение контрольного опроса по всем тематикам	14	–	–
Всего аудиторных часов			24	36		–	

Таблица 4 –Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
девятый семестр							
1	Тема 1. Теплотехнологические установки (ТТУ)	Классификация ТТУ по разнообразным признакам. Теплотехническая классификация технологических процессов и теплотехнические принципы, которые реализованы в них. Структурная схема теплотехнологических установок (ТТУ) и краткая характеристика ее элементов. Тепловые и теплотехнические схемы ТТУ	4	ПЗ № 1 «Расчет полного горения газообразного топлива» «Расчет полного горения твердого топлива»	6		
2	Тема 2. Особенности сжигания топлива в ТТУ	Топливо, применяемое в ТТУ. Основные положения расчета горения топлива. Калориметрическая и теоретическая температуры горения. Методика расчета полного горения топлива ($\alpha > 1$) в ТТУ. Методика расчета неполного горения топлива.	4				
Всего аудиторных часов			8	6		—	

десятый семестр							
1	Тема 3. Особенности движения газов в ТТУ	Аэродинамика струй и определение основных его характеристик. Основы аэродинамического расчета ТТУ. Уравнение Бернулли. Выбор тягодутьевых устройств	4	ПЗ № 2 «Определение высоты дымовой трубы, предназначенно й для удаления дымовых газов из методической печи»	4		
2	Тема 4. Основы энергосберегаю щих теплотехнологий	Источники и направления использования ВЭР. Устройства для использования ВЭР. Основы расчета рекуперативных и регенеративных теплообменных аппаратов. Регенеративное замкнутое теплоиспользование. Внешнее энергетическое теплоиспользование. Комбинированное энерготехнологическое теплоиспользование	6	ПЗ № 3 «Поверочный расчет теплообменного аппарата»	6		
Всего аудиторных часов			10	10		—	

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 — Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
Седьмой семестр		
ПК-2, ПК-5	Зачет	Комплект контролирующих материалов для зачета
Восьмой семестр		
ПК-2, ПК-5	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена

Всего по текущей работе в седьмом семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- выполнение контрольных работ (ответы на тесты) – всего 50 баллов;
- выполнение практических работ – всего 50 баллов.

Зачет проставляется автоматически, если студент набрал в течении семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку.

В восьмом семестре всего по текущей работе студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- выполнение контрольных работ (ответы на тесты) – всего 50 баллов;
- выполнение практических работ – всего 50 баллов.

Экзамен по дисциплине «Промышленная огнетехника» может быть выставлен автоматически, если студент выполнил все контрольные задания в семестре. В случае если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, то студент имеет право повысить итоговую оценку, сдав экзамен,

который проходит в форме устного собеседования по приведенным, ниже вопросам (п.п. 6.6).

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 –Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

6.2 Домашнее задание

Домашнее задание по дисциплине не предусмотрено.

6.3 Индивидуальное задание

Индивидуальное задание по дисциплине не предусмотрено.

6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы при подготовке к практическим работам

При подготовке к практическим занятиям студенту необходимо проработать следующие вопросы

1. Классификация ТТУ по разнообразным признакам.
2. Теплотехническая классификация технологических процессов и теплотехнические принципы, которые реализованы в них.
3. Структурная схема теплотехнологических установок (ТТУ) и краткая характеристика ее элементов.
4. Тепловые и теплотехнические схемы ТТУ. Топливо, применяемое в ТТУ.
5. Основные положения расчета горения топлива. Калориметрическая и теоретическая температуры горения. Закон Аррениуса.
6. Методика расчета полного горения топлива ($\alpha > 1$) в ТТУ. Методика расчета неполного горения топлива. Основные расчетные формулы.
7. Горелочные устройства, применяемые для сжигания топлива в ТТУ. Назначение, классификация, конструкции.
8. Общая организация теплопередачи в рабочей камере разнообразных

типов ТТУ.

9. Внешний теплообмен. Теплообмен в промышленных печах с большим объемом свободного рабочего пространства. Режимы теплообмена в нагревательных и плавильных печах: равномерно распределенный внешний теплообмен в рабочем пространстве печи; направленный косвенный радиационный теплообмен; внешний теплообмен в плотном, кипящем и взвешенном слое материала. Термически тонкие и массивные тела. Критерий массивности. Расчет нагрева тонких тел.

10. Нагрев массивных тел. Условия однозначности при расчете массивных тел. Методика расчета нагрева металла в нагревательных печах при постоянной температуре печи ($T_{\text{п}} = \text{const}$).

11. Общее уравнение теплового баланса у рабочей камере ТТУ и анализ ее. Эксергетический баланс ТТУ.

12. Удельный расход топлива и методы его снижения.

13. Система КПД ТТУ. Коэффициент использования топлива.

14. Аэродинамика струй и определение основных его характеристик.

15. Основы аэродинамического расчета ТТУ. Уравнение Бернулли. Выбор тягодутьевых устройств.

16. Источники и направления использования ВЭР. Устройства для использования ВЭР.

17. Основы расчета рекуперативных и регенеративных теплообменных аппаратов.

18. Регенеративное замкнутое теплоиспользование.

19. Внешнее энергетическое теплоиспользование. Комбинированное энерготехнологическое теплоиспользование.

20. Газификация кокса у доменной печи

6.5 Оценочные средства (тесты) текущего контроля успеваемости

При ответе на тесты выбрать один из предлагаемых вариантов

Тесты состоят из 25 вопросов, каждый из них оценивается по 2 балла. Количество правильных ответов определяет общее количество баллов. Если студент не дал правильные ответы на половину вопросов, то сдача теста не засчитывается. Поэтому оптимальное количество баллов, которое может набрать студент, составляет: min – 26, max – 50.

Тесты для контроля уровня знаний студентов.

Задание 1 Из каких элементов состоит структурная схема ТТУ.

Укажите неправильный ответ.

1 Топка (рабочее пространство) 2 Регенератор 3 Водяной экономайзер
4 Воздухоподогреватель 5 Рекуператор

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Задание 2 Какой теплотехнический принцип реализован в доменной печи, в кислородном конвертере и мартеновской печи?

Укажите правильные ответы.

- 1) принцип излучающего факела;
- 2) принцип плотного фильтрующего слоя;
- 3) принцип пересыпающего слоя;
- 4) принцип поверхностного излучения;
- 5) принцип погруженного факела.

Доменная печь					Кислородный конвертер					Мартеновская печь				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

Задание 3 К какой группе относятся кислородный конвертер, цементная печь и туннельная печь по теплотехнической классификации?

- 1) с плотным продуваемым слоем; 2) объемной уложенной загрузкой;
- 3) пересыпающим слоем; 4) кипящим слоем; 5) с погруженным факелом.

Кислородный конвертер					Цементная печь					Туннельная печь				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

Задание 4 Какие из перечисленных элементов не относятся к устройству доменной печи?

1 Шахта 2 Горн 3 Регенератор 4 Колошник 5 Шлаковики
6 Распар 7 Запечки 8 Лещадь.

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

Задание 5 Какой способ смесеобразования реализован в инжекционной и диффузионной горелках?

1 Внешнее смешение газа и воздуха

- 2 Предварительное смесеобразование
 3 Частичное внутреннее смешение
 4 Внутреннее смешение газа и воздуха

Инжекционная горелка				Диффузионная горелка			
1	2	3	4	1	2	3	4

Задание 6 Какие примерные значения теплоты сгорания мазута, природного газа, коксового и доменного газов? (кДж/(м³/кг))

- 1) 16000 2) 36000 3) 40000 4) 4000

Мазут				Природный газ				Коксовый газ				Доменный газ			
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4

Задание 7 По каким формулам рассчитываются калориметрическая температура горения, теоретическая температура горения и жаропроизводительность топлива ?

$$1. \quad t = \left(\frac{Q_H^p}{9_r^o} \right) \cdot \frac{1}{C_r}; \quad 2. \quad t = \frac{Q_H^p}{9_r \cdot C_r} \left(\frac{100 - q}{100} + \frac{J_m + J_b}{Q_H^p} \right); \quad 3. \quad t = \frac{Q_H^p + J_m + J_b}{9_r \cdot C_r}.$$

Калориметрическая			Теоретическая			Жаропроизводительность		
1	2	3	1	2	3	1	2	3

Задание 8 Утверждение, что природный газ состоит из углеводородных соединений C_nH_{2n}

A	B
---	---

A – верно

B – неверно

Задание 9 Состав продуктов полного горения природного газа (при $\alpha > 1$):
 Укажите правильный ответ.

- 1) CO, H₂O, CO₂, O₂; 2) CO₂, H₂O, H₂, O₂; 3) CO₂, H₂O, N₂, O₂;
 4) CO₂, N₂, H₂O, CO.

1	2	3	4
---	---	---	---

Задание 10 Состав коксового газа: Укажите правильный ответ.

- 1) N₂, CO, CO₂, H₂, CH₄, O₂; 2) H₂, CH₄, CO, N₂, CO₂, O₂, C_nH_{2n};
 3) CO, CO₂, N₂, O₂, H₂.

1	2	3
---	---	---

Задание 11 Укажите правильный ответ. Состав доменного газа:

- 1) H_2 , CH_4 , CO , N_2 , CO_2 , O_2 , C_nH_{2n} ; 2) CO , CO_2 , N_2 , O_2 , H_2 ;
3) N_2 , CO , CO_2 , CH_4 , H_2 , O_2 .

1	2	3
---	---	---

Задание 12 Что такое калориметрическая (t_k) и теоретическая температура горения (t_m)? Что такое жаропроизводительность топлива ($t_{ж}$)?

Дайте правильные ответы.

1. Температура, до которой нагрелись бы продукты сгорания топлива, если бы все тепло, введенное в камеру сгорания за вычетом тепла на диссоциацию трехатомных газов, пошло бы на их нагрев.
2. Температура горения с минимальным (стехиометрическим $\alpha = 1$) количеством окислителя и без подогрева компонентов сгорания.
3. Температура, до которой нагрелись бы образующиеся при полном горении топлива продукты сгорания топлива, если бы все тепло, введенное в камеру сгорания, пошло на нагрев этих продуктов сгорания.

t_k			t_m			$t_{ж}$		
1	2	3	1	2	3	1	2	3

Задание 13 Какой вид теплообмена преобладает в рабочей камере доменной печи, мартеновской печи, методической нагревательной печи?

1. Радиационно – конвективный.
2. Радиационный (лучистый).
3. Конвективный.
4. Радиационно – кондуктивный.
5. Теплопроводность.

Методическая печь					Мартеновская печь					Доменная печь				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

Задание 14 Как организована теплопередача в высокотемпературных ТТУ с большим свободным объемом рабочего пространства?

Укажите правильные ответы.

1. Теплопроводностью от газов.
2. Конвекцией от газов.
3. Конвекцией от кладки.
4. Излучением от газов.
5. Теплопроводностью от кладки.
6. Излучением от кладки.

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

Задание 15 Какой вид имеет уравнение результирующего теплового потока, падающего на поверхность нагреваемого изделия, при условии, когда преобладает лучистый теплообмен и конвективный теплообмен?

1. $Q = C_b \cdot H \cdot \xi \left[\left(\frac{T_r}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_m}{100} \right)^4 \right]$. 2. $Q = \alpha \cdot H \cdot (t_r - t_m)$.
3. $Q = \alpha \cdot H \cdot \left[\left(\frac{T_r}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_m}{100} \right)^4 \right]$. 4. $Q = C_b \cdot H \cdot (T_r - T_m)$.
5. $Q = C_o \cdot \varepsilon_b \cdot H \cdot \xi \left[\left(\frac{T_r}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_m}{100} \right)^4 \right]_{cp}$.

Лучистый теплообмен					Конвективный теплообмен				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

Задание 16 Что является критерием массивности тел?
Укажите правильный ответ.

1. Число Прандтля. 2. Число Фурье. 3. Число Био. 4. Число Нуссельта.
5. Число Рейнольдса.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Задание 17 Что является исходным сырьем для получения чугуна в доменных печах? Укажите неправильный ответ

- 1) Агломерат; 2) Железорудные окатыши; 3)
Металлолом;
4) Флюсы; 5) Кокс.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Задание 18 Что является исходным сырьем для получения стали в мартеновских печах? Укажите неправильные ответы

- 1) Металлолом; 2) Чугун; 3) Агломерат;
4) Кокс; 5) Специальные добавки .

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Задание 19 Для чего составляется тепловой баланс ТТП и ТТУ?

Укажите правильные ответы.

Для определения:

- 1) расхода топлива; 2) КПД; 3) расхода исходного материала;
4) определения тепловых потерь; 5) выхода годного целевого продукта.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Задание 20 Для чего составляется материальный баланс ТТП и ТТУ?

Укажите правильные ответы.

Для определения:

- 1) расхода материала, участвующего в технологическом процессе;
2) КПД; 3) прихода материала, участвующего в технологическом процессе ;
4) определения тепловых потерь; 5) выхода годного целевого продукта.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Задание 21 Общее уравнение теплового баланса имеет следующий вид.

Указать правильный ответ.

$$1) Q_x^T + Q_{\phi}^B + Q_{\phi}^T + Q'_m + Q_{экз} = Q''_m + Q_{ш} + Q_{эвд} + Q_{о.г} + Q_{в.г} +$$

$$+ Q_{х.н} + Q_{м.н} + Q_{о.с} + Q_{кж}.$$

$$2) Q_x^T + Q_{\phi}^B + Q_{\phi}^T + Q'_m + Q_{экз} = Q''_m + Q_{ш} + Q_{эвд}$$

$$+ Q_{х.н} + Q_{м.н} + Q_{о.с} + Q_{кж}.$$

$$3) Q_{\phi}^B + Q_{\phi}^T + Q'_m + Q_{экз} = Q''_m + Q_{ш} + Q_{эвд} + Q_{о.г} + Q_{в.г} +$$

$$+ Q_{х.н} + Q_{м.н} + Q_{о.с} + Q_{кж}.$$

1	2	3
---	---	---

Задание 22 Что нужно знать, чтобы выбрать тягодутьевые устройства (дымосос или вентилятор)? Укажите правильные ответы.

- 1) Расход продуктов сгорания; 2) расход воздуха;
3) аэродинамическое сопротивление в воздухопроводе; 4) аэродинамическое сопротивление в газоходе; 5) диаметр воздухопровода;
6) площадь сечения газохода; 7) скорость воздуха; 8) скорость продуктов сгорания.

Дымосос								Вентилятор							
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8

Задание 23 Какие устройства применяются для использования ВЭР при замкнутом регенеративном и внешнем энергетическом теплоиспользовании? Укажите правильные ответы.

- 1) Котел – утилизатор; 2) регенератор; 3) рекуператор.

Замкнутое регенеративное теплоиспользование			Внешнее энергетическое теплоиспользование		
1	2	3	1	2	3

Задание 24 Какие уравнения используются при расчете регенеративных и рекуперативных теплообменных аппаратов? Укажите правильные ответы.

1. $Q = V_1 \cdot \bar{C}_1 (t'_1 - t''_1) \eta = V_2 \cdot \bar{C}_2 (t''_2 - t'_2)$. 2. $\Delta t = \frac{\Delta t_6 - \Delta t_m}{\ln \Delta t_6 / \Delta t_m}$. 3. $Q = \kappa H \Delta t$.
 4. $\kappa = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$. 5. $\kappa = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 \tau_1} + \frac{2}{\zeta \cdot \eta_k \cdot \eta_o \cdot \rho \cdot c} + \frac{1}{\alpha_2 \tau_2}}$.

Регенеративных ТА					Рекуперативных ТА				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

Задание 25 С какой целью осуществляется термическая обработка твердого топлива ?

Для получения:

- 1) кокса; 2) полукокса; 3) получения горючих газов;
 4) жидкого топлива; 5) сажистого углерода.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

6.6 Вопросы для подготовки к зачету

- 1 Какие виды топлива используются в ВТТУ? Их характеристика.
- 2 Какие требования предъявляются к сжиганию топлива в ВТТУ, в чем заключаются особенности сжигания?
- 3 Дайте характеристику гомогенного и гетерогенного горения.
- 4 От каких факторов зависит скорость горения топлива?
- 5 Охарактеризуйте кинетическую и диффузионную области горения.

6 В чем заключается особенность сжигания газообразных топлив (природного газа, коксового и доменного газов)?

7 Какие способы смесеобразования осуществляются в газовых горелках?

8 Конструкции и принцип работы основных типов газовых горелок, применяемых в ВТТУ.

Особенности сжигания мазута и конструкции мазутных форсунок.

10 Особенности пылеугольного сжигания и конструкции пылеугольных горелок.

11 Методика расчета полного горения топлива (при коэффициенте расхода воздуха $\alpha > 1$).

12 Методика расчета неполного горения топлива (при коэффициенте расхода воздуха $\alpha < 1$).

13 Как определяются теоретический и действительный расходы воздуха на горения?

14 Что понимается под коэффициентом расхода воздуха и как он определяется?

15 Как определяются количество и состав продуктов сгорания при сжигании однородного топлива и при сжигании топливных смесей?

16 Дайте определение калориметрической (адиабатической), теоретической и действительной температур горения и как они рассчитываются?

17 Как определяется энтальпия продуктов сгорания?

18 Какими факторами определяется способ организации теплопередачи в теплотехнических установках (ТТУ)?

19 Дайте классификацию ТТУ с прямым нагревом.

20 В каких случаях передача тепла в рабочей камере ТТУ лимитируется внешним и внутренним теплообменом?

21 От каких факторов зависит интенсивность передачи тепла излучением и конвекцией?

22 Как определяется степень черноты газов (продуктов сгорания топлива) в рабочей камере?

23 Напишите уравнение результирующего теплового потока в ТТУ с большим свободным объемом рабочего пространства и поясните отдельные его составляющие.

24 Какие режимы теплообмена и виды радиационного теплообмена имеют место в нагревательных и плавильных ТТА?

25 Напишите уравнение результирующего теплового потока при равномерно распределенном внешнем теплообмене в рабочей камере, когда

преобладает радиационный теплообмен и поясните величины, входящие в это уравнение.

26 Напишите выражение $\epsilon_{\text{пр}}^{23}$ определения приведенной степени черноты (формула В.Н. Тимофеева) печного пространства и поясните величины, входящие в это выражение.

27 Что такое угловой коэффициент (коэффициент облученности) и как он определяется?

28 Напишите выражение приведенной степени черноты (формула Д.В. Будрина) и поясните величины, входящие в это выражение.

29 Как определяются конвективная составляющая теплового потока от газов к поверхности материала и поправка, учитывающая конвекцию в высокотемпературных ТТА?

30 Понятие о температуре печи. Как она определяется?

31 Как определяется среднеэффективная разность четвертых степеней температур газов и нагреваемого материала, когда меняются обе эти температуры, и когда меняется только температура газов?

32 Напишите математическое выражение теплообмена в рабочей камере высокотемпературных ТТА, считая, что теплота передается лучеиспусканием (уравнение теплового баланса) и дайте соответствующие пояснения.

33 Напишите два выражения числа Больцмана и дайте соответствующие пояснения.

34 Как определяется температура отходящих газов из рабочей камеры из выражения числа Больцмана?

35 Напишите уравнение результирующего теплового потока при направленном косвенном радиационном теплообмене и дайте соответствующие пояснения.

36 Приведите критериальное уравнение теплообмена в плотном (фильтрующем) слое материала и дайте пояснения.

37 Приведите уравнения для определения коэффициента теплоотдачи конвекцией в потоке газовзвеси (в падающем слое) и кипящем псевдоожигенном слое и дайте пояснения.

38 Приведите выражения чисел Нуссельта, Рейнольдса, Био, Прандтля, Фурье и объясните их физический смысл.

39 Какой вид теплообмена является преобладающим в вышеуказанных способах тепловой обработки материалов и почему?

40 В каких случаях в вышеуказанных способах тепловой обработки материалов является определяющим внешний и внутренний теплообмен?

41 Задачи расчета внутреннего теплообмена. В чем состоит сложность

расчета внутреннего теплообмена?

42 Какие тела называются термически тонкими и массивными?

43 Как определяется граница тонких и массивных тел? Что является критерием массивности нагреваемых²⁴ изделий?

44 Напишите выражение числа Био и раскройте его физический смысл.

45 От каких факторов зависит продолжительность нагрева термически тонких изделий?

46 Какие тела называются предельно тонкими и массивными?

47 Какова зависимость времени нагрева от линейного размера для предельно тонких тел?

48 Какова зависимость времени нагрева от линейного размера для предельно массивных тел?

49 Как определяется температура изделия в любой момент времени?

50 Напишите формулу определения продолжительности нагрева термически тонких изделий, когда преобладает конвекция и дайте пояснения.

51 Как определяются теплофизические параметры изделий и коэффициент теплоотдачи?

52 Напишите формулу определения продолжительности нагрева термически тонких изделий, когда преобладает излучение и дайте пояснения.

53 Как определяется приведенный коэффициент излучения и от каких величин он зависит?

6.7 Вопросы для подготовки к экзамену

54 Методика расчета тонких изделий в ТТА с переменной температурой печи.

55 В чем заключается сущность расчета нагрева массивных изделий?

56 Напишите основные зависимости для определения средней температуры по сечению тел различной формы.

57 Как определяется характерный геометрический размер?

58 Напишите дифференциальное уравнение нестационарной теплопроводности в прямоугольных и цилиндрических координатах при наличии внутренних источников теплоты и без них.

59 Что понимается под понятием «условия однозначности»?

60 Какие граничные условия используются при расчете массивных изделий?

61 Дайте характеристику методов решения краевых задач теплопроводности при расчете массивных изделий.

62 Приведите формулы, полученные после решения

дифференциального уравнения теплопроводности с граничными условиями I и II рода, для пластины и цилиндра.

63 Приведите формул₂₅ полученные после решения дифференциального уравнения теплопроводности с граничным условием III рода, для пластины и цилиндра.

64 В чем сущность расчета нагрева массивных изделий методов тепловой диаграммы?

65 Как рассчитываются массивные изделия по методу “тонких” тел?

66 Каковы особенности расчета нагрева изделий в печах с постоянной температурой?

67 Граничное условие третьего рода, когда преобладает лучистый теплообмен и конвекция.

68 Расчетные уравнения при расчете нагрева изделий $t_n = \text{const}$ в безразмерном виде.

69 Приведите выражение числа Иванцова и дайте пояснения.

70 Как определяется продолжительность нагрева изделий с использованием числа Иванцова и безразмерной температуры?

71 Приведите общее решение нагрева изделий в печи при $t_n = \text{const}$ в безразмерном виде, когда преобладает излучение и конвекция.

72 Чем объясняется многоступенчатый режим нагрева массивных изделий?

73 Особенности расчета нагрева металла в печах с переменной температурой.

74 С какой целью составляется материальный баланс?

75 Из каких приходных и расходных статей состоят материальные балансы основных типов ТТА?

76 Для чего составляется тепловой баланс теплотехнологических процессов и установок?

77 Напишите общее выражение теплового баланса ТТУ и дайте соответствующие пояснения.

78 Из каких приходных и расходных статей состоят тепловые балансы основных типов ТТУ и как они определяются?

79 Как определяются удельный и общий расходы топлива и от каких факторов они зависят?

80 Напишите выражения и КПД рабочего пространства, технологического и энергетического КПД, дайте их определения.

81 Что понимают под коэффициентом использования топлива и как он определяется?

82 Какова связь между расходом топлива и технологическим КДП?

83 Какими способами можно снизить расход топлива и повысить КПД ТТУ?

84 Что такое условное топливо и какова связь между ним и натуральным топливом? 26

85 Что собой представляет эксергетический баланс и чем он отличается от теплового баланса?

86 Как определяется эксергетический КПД?

87 Дайте классификацию ВЭР и их краткую характеристику.

88 Какие способы нагрева компонентов горения применяются в ТТУ?

89 Что такое коэффициент регенерации и как он определяется?

90 Как определяется экономия топлива от применения горячего воздуха?

91 В каких случаях применяется автономный высокотемпературный нагрев воздуха?

92 Какие преимущества и недостатки имеют регенеративный и энергетический способы использования тепловых и горючих отходов?

93 В чем состоит сущность комбинированного энерготехнологического теплоиспользования?

94 Конструкции и принцип работы регенераторов и рекуператоров.

95 Методика расчета регенераторов.

96 Методика расчета рекуператоров.

97 В чем особенность расчета котлов-утилизаторов?

98 С какой целью осуществляется термическая переработка топлива?

99 Полукоксование и коксование каменного угля.

100 Дайте характеристику коксового газа как топлива и укажите область его применения.

101 Получение доменного газа, его основные характеристики и область применения в качестве топлива.

102 Способы получения искусственных газов в газогенераторах и их основные характеристики.

103 Характеристика конвертерного газа и перспектива его использования в качестве топлива.

104 Крекинг углеводородных газов.

105 Конверсия природного газа.

6.8 Примерная тематика курсовых работ

Курсовая работа не предусмотрена.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Громова, Е.Н. Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки: учебное пособие , часть 1 / Е.Н. Громова. — СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2020. — 88 с. — URL: <https://nizrp.narod.ru/metod/kpte/1590159117.pdf?ysclid=m8htlk6fkp742643972>. — Текст: электронный.
2. Громова, Е. Н. Эксплуатация теплотехнологических установок: учеб. пособие / Е. Н. Громова. — СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2024. — 74 с. ISBN 978-5-91646-390-3. — URL: <https://nizrp.narod.ru/metod/kpte/1710525595.pdf?ysclid=m8htw676wz5311993>. — Текст: электронный.
3. Эксплуатация ТЭС: учебное пособие (для студентов высших учебных заведений специальности «Теплоэнергетика») /А.М. Достияров, А.А. Кибарин, Г.М. Тютеебаева, Г.С. Катранова. –М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2020. – 154 с. ISBN 978-5-91327-623-0. — URL: https://libr.aues.kz/facultet/101_TEF/120_Teplovie_energeticheskie_ustanovoki/550_Ekspluatatsiya_TES/uybXLvNGRa8Ji9x46IkpYsFOow1mlT.pdf?ysclid=m8htydp2bc374624557 . — Текст: электронный.
4. Высокотемпературные теплотехнологические установки : практикум для студентов специальности «Теплоэнергетика и теплотехника» / И. Л. Иокова И. Е. Мигуцкий С. М. Хужакулов А. А. Абразовский . — Белорусский национальный технический университет : Кафедра «Промышленная теплоэнергетика и теплотехника». – Минск : БНТУ, 2024. — 54 с. — URL: <https://rep.bntu.by/handle/data/151310>. — Текст: электронный.

Дополнительная литература

1. Малышев В.С. Энергоснабжение в теплоэнергетике и теплотехнологии: учебное пособие для вузов / В.С. Малышев, С.П. Пантеев. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 264 с. : ил.: .— Текст: непосредственный. — URL: <https://reader.lanbook.com/book/455537?demoKey=5ead4bcea22b22229cf2fb170e8a1c61#2>.
2. Мостовенко Л.В., Белоглазов В.П. Основы промышленной теплоэнергетики : учебное пособие / Л.В. Мостовенко, В.П. Белоглазов. — Нижневартовск: изд-во НВГУ, 2021. — 124 с. ISBN 978-5-00047-661-1. —

URL:

[https://nvsu.ru/files/ufiles/%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D0%B8/%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%8B%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%8B%D1%88%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B9%20%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B8%20\(%D0%94%2003.06\).pdf](https://nvsu.ru/files/ufiles/%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D0%B8/%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%8B%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%8B%D1%88%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B9%20%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B8%20(%D0%94%2003.06).pdf) . — Текст: эл²⁸, нный.

3. Володин, В. И. Промышленная теплоэнергетика : учебно-методическое пособие по курсовому проектированию для студентов вузов по спец. 1-43 01 06 "Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент" / В. И. Володин. — Минск : БГТУ, 2021. — 79 с. — URL: https://elib.belstu.by/bitstream/123456789/40607/1/%d0%92%d0%be%d0%bb%d0%be%d0%b4%d0%b8%d0%bd_%d0%bf%d1%80%d0%be%d0%bc%d1%8b%d1%88%d0%bb%d0%b5%d0%bd%d0%bd%d0%b0%d1%8f%20%d1%82%d0%b5%d0%bf%d0%bb%d0%be%d1%8d%d0%bd%d0%b5%d1%80%d0%b3%d0%b5%d1%82%d0%b8%d0%ba%d0%b0_2021.pdf . — Текст: электронный.

Учебно-методическое обеспечение

1. Методические указания к самостоятельной работе студентов по курсу «Высокотемпературные технологические процессы и установки промышленных производств (ВТТПиУПП)» (для студентов специальности 15.03.04 «Автоматизированное управление технологическими процессами» 3-го курса) / Сост. М.В. Канчукова. Алчевск : ГОУ ВПО ЛНР ДонГТУ, 2017. — 29 с.

2. Методические указания к выполнению контрольной работы по курсу «Высокотемпературные технологические процессы и установки промышленных производств (ВТТПиУПП)» (для студентов специальности 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» 2-го курса заочной формы обучения) / Сост. М.В. Канчукова. Алчевск : ГОУ ВПО ЛНР ДонГТУ, 2017. — 21 с.

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ: официальный сайт.— Алчевск. — URL: library.dstu.education.— Текст: электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУим. Шухова: официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>.— Текст: электронный.

3. Консультант студента :электронно-библиотечная система.— Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>.— Текст: электронный.

4. Университетская библиотека онлайн :электронно-библиотечная

- лабораторная мебель: столы, стулья для студентов (по количеству обучающихся); - рабочее место преподавателя.	
---	--

30

Лист согласования РПД

Разработал

ст.преп. кафедры автоматизированного
управления и инновационных технологий
(должность)


(подпись)

М.В. Канчукова
(Ф.И.О.)

(должность)

(подпись)

(Ф.И.О.)

(должность)

(подпись)

(Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой
автоматизированного управления и
инновационных технологий


(подпись)

Е.В. Мова
(Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания кафедры
автоматизированного управления и
инновационных технологий

от 09.07.2024 г.

Согласовано

Председатель методической
комиссии по направлению подготовки
15.03.04 Автоматизация технологических
процессов и производств


(подпись)

Е.В. Мова
(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра


(подпись)

О.А. Коваленко
(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра	<u> </u> (подпись)	<u>О.А. Коваленко</u> (Ф.И.О.)
---------------------------------------	--	-----------------------------------

31

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	

