

Северский технологический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(СТИ НИЯУ МИФИ)

Кафедра «Машины и аппараты химических и атомных производств»

ОДОБРЕНО

Ученым советом СТИ НИЯУ МИФИ

протокол № 5 от 28.06.2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

**18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической
технологии, нефтехимии и биотехнологии**

НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Машины и аппараты химических производств

Форма обучения: очно-заочная

Семестр	Трудоемкость, ЗЕ	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практические занятия, час.	Лабораторные работы, час.	В форме практической подготовки / в интерактивной форме, час.	СРС, час.	Форма(ы) контроля (Э, З, ДифЗ, КР, КП)
5	3	108	4	6	0	0	98	Зач.
Итого	3	108	4	6	0	0	98	

Аннотация

Рабочая программа дисциплины «Термодинамика и теплотехника» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ и рабочим учебным планом по направлению подготовки (специальности) 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», образовательной программы «Машины и аппараты химических производств».

В результате освоения дисциплины, у выпускника должны быть сформированы следующие результаты обучения (РО):

1) знать:

- 3.1 основные законы термодинамики;
- 3.2 основные законы теплопередачи;
- 3.3 современные методы теплотехнических расчетов тепловых и холодильных машин;

2) уметь:

У.1 применять теоретические и расчетно-графические методы при расчете термодинамических и тепловых режимов работы тепловых и холодильных установок;

У.2 осуществлять выбор оптимальных вариантов при решении практических задач, связанных с работой теплотехнического оборудования.

3) владеть или быть в состоянии продемонстрировать:

В.1 методами расчетов основных термодинамических процессов идеальных и реальных газов.

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями освоения дисциплины «Термодинамика и теплотехника» являются:

вооружение будущего бакалавра знаниями теоретических основ термодинамики и теплотехники, методов анализа основных термодинамических процессов и циклов энергетических установок, умение видеть перспективы развития и совершенствования энергетических процессов и установок, принимать самостоятельные решения по расчету аппаратуры.

Основными задачами дисциплины являются:

подготовка специалистов неэнергетического профиля, владеющих навыками эксплуатации современного теплового и холодильного оборудования отрасли народного хозяйства.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Термодинамика и теплотехника» (Б1.Б.3.14) - Общепрофессиональный модуль образовательной программы.

3 Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения

Универсальные и общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических	З-ОПК-1 Знать: основные законы теории химических, тепловых и массообменных процессов, их взаимосвязь с различными

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	классами химических элементов, соединений, веществ и материалов У-ОПК-1 Уметь: применять расчетно-теоретические методы в современных расчётах технологических процессов и проводить анализ полученных результатов В-ОПК-1 Владеть: методами анализа и расчёта химических реакций, происходящих в технологических процессах, основываясь на природе химической связи и свойствах химических элементов, соединений, веществ и материалов
ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	З-ОПК-2 Знать: математические, физические, физико-химические, химические методы расчётов технологических процессов и оборудования с позиций решения задач профессиональной деятельности У-ОПК-2 Уметь: решать поставленные задачи своей профессиональной деятельности, основываясь на математических, физических и химических законах В-ОПК-2 Владеть: основными способами решения поставленных задач в области совершенствования технологических процессов и оборудования

4 Воспитательный потенциал учебной дисциплины

Воспитательный потенциал дисциплины «Термодинамика и теплотехника» отражен в Рабочей программе воспитания в Северском технологическом институте – филиале федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (<http://www.ssti.ru/education.html>/Информация по образовательным программам).

5 Структура и содержание учебной дисциплины

5.1 Основные разделы дисциплины, трудоемкость и виды учебной работы

Настоящая рабочая программа составлена для формы обучения «очно-заочная» по направлению 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», образовательной программе «Машины и аппараты химических производств».

Общая трудоемкость дисциплины составляет в зачетных единицах – 3, 108 час., обучение по дисциплине проходит в семестре 5.

Дисциплина (модуль) содержит разделы:

- раздел 1 – «Термодинамика»
- раздел 2 – «Теплотехника»

Трудоемкость, формы и график контроля по разделам дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Трудоемкость, формы и график контроля отдельных разделов дисциплины

№	Наименование раздела	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость, час				Аттестационные мероприятия		Макс. балл за раздел
		Лекции	Практ. занятия	Лабор. работы	Самост. работа	Текущий контроль (нед/форма)	Аттестация раздела (нед/форма)	
5 семестр (18 недель)								
1	Термодинамика	1.5	3		50	6/Зд1, 6/Зд2, 8/Зд3, 8/Зд4		15
2	Теплотехника	2.5	3		48	8/Зд5, 9/Зд6, 9/Зд7	9/Т1	45
	Зачет							40
Итого за 5 семестр:		4	6		98			100

В таблице 2 представлено соответствие содержания каждого раздела и результатов обучения, что позволяет оценить их вклад в достижение целей курса.

Таблица 2 – Соответствие содержания требуемым результатам обучения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Номера разделов	Аттестационные мероприятия
– Знать: основные законы теории химических, тепловых и массообменных процессов, их взаимосвязь с различными классами химических элементов, соединений, веществ и материалов (З-ОПК-1)	1, 2	Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Зд5, Зд6, Зд7, Т1, Зачет (5 сем.)
– Уметь: применять расчетно-теоретические методы в современных расчётах технологических процессов и проводить анализ полученных результатов (У-ОПК-1)	2	Зд5, Зд6, Зд7, Т1, Зачет (5 сем.)
– Владеть: методами анализа и расчёта химических реакций, происходящих в технологических процессах, основываясь на природе химической связи и свойствах химических элементов, соединений, веществ и материалов (В-ОПК-1)	1, 2	Зд5, Зд6, Зд7, Т1
– Знать: математические, физические, физико-химические, химические методы расчётов технологических процессов и оборудования с позиций решения задач профессиональной деятельности (З-ОПК-2)	1, 2	Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Зд5, Зд6, Зд7, Т1, Зачет (5 сем.)
– Уметь: решать поставленные задачи своей профессиональной деятельности, основываясь на математических, физических и химических законах (У-ОПК-2)	2	Зд5, Зд6, Зд7, Т1, Зачет (5 сем.)
– Владеть: основными способами решения поставленных задач в области совершенствования технологических процессов и оборудования (В-ОПК-2)	2	Зд5, Зд6, Зд7, Т1, Зачет (5 сем.)

5.2 Содержание лекционного курса дисциплины

Содержание лекционного курса дисциплины представлено в таблице 4.

Таблица 3 – Содержание и трудоемкость лекционного курса по разделам в целом по дисциплине

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 1 Термодинамика	
1.1 Первый закон термодинамики. Предмет технической термодинамики и теп-лопередачи. Основные понятия и определения. Виды термодинамических систем. Параметры состояния термодинамических систем. Основные газовые законы. Уравнения состоя-ния идеальных и реальных газов. Теплоемкость. Первый з-н термодинамики.	0.5
1.2 Второй закон термодинамики. Круговые процессы (циклы). Термодинамический коэффициент полезного действия цикла. Холодильный коэффициент. Формулировки второго закона термодинамики. Цикл Карно и его КПД. Обратный цикл Карно. Энтропия. Тепловые диаграммы для газов. Циклические процессы преобразования теплоты в работу. P–V и T–S диаграммы. Изменение энтропии в обратимых и необратимых процессах и циклах.	0.5
1.3 Водяной пар. Водяной пар как реальный газ и рабочее тело в термодинамических процессах. Основные поня-тия и определения. P–V диаграммы водяного пара. Основные пара-метры пара T–S диаграммы воды и водяного пара. Таблицы водяного пара. I–S диаграммы водяного пара. Основные термодинамические процессы для воды и водяного пара	0.5
<i>Итого по разделу 1:</i>	<i>1.5</i>
Раздел 2 Теплотехника	
2.1 Теплопередача. Основы теории теплообмена. Теплопровод-ность. Конвективный теплообмен. Лучистый теплообмен. Теплопередача.	2.5
<i>Итого по разделу 2:</i>	<i>2.5</i>
Всего по теоретическому разделу дисциплины:	4

5.3 Содержание лабораторного практикума

Лабораторный практикум в соответствии с рабочим учебным планом не предусмотрен.

5.4 Тематика практических / семинарских занятий

Тематика практических / семинарских занятий и их трудоемкость представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Тематика и трудоемкость практических / семинарских занятий

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
---	-------------------------------------

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 1 Термодинамика	
1.1 Основные параметры состояния идеального газа. Уравнение состояния. Смеси идеальных газов. Решение задач по теме	0.5
1.2 Теплоемкость. Решение задач	1
1.3 Основные термодинамические процессы. Решение задач по теме	1
1.4 Водяной пар. Решение задач по теме	0.5
<i>Итого по разделу 1:</i>	3
Раздел 2 Теплотехника	
2.1 Передача тепла теплопроводностью. Конвективный теплообмен. Решение задач по теме	1
2.2 Теплопередача. Решение задач по теме	1
2.3 Теплопередача. Решение задач по теме	1
<i>Итого по разделу 2:</i>	3
Всего по практическим / семинарским занятиям дисциплины:	6

5.5 Курсовое проектирование

Курсовая работа/проект в соответствии с рабочим учебным планом не предусмотрены.

6 Образовательные технологии

При проведении лекций используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Методы проблемного обучения, Опережающая самостоятельная работа, Поисковый метод.

При проведении практических занятий используются следующие образовательные технологии: Работа в команде, Опережающая самостоятельная работа.

Для организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Опережающая самостоятельная работа.

7 Аннотация фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационные мероприятия
ОПК-1	З-ОПК-1	Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Зд5, Зд6, Зд7, Т1, Зачет (5 сем.)
ОПК-1	У-ОПК-1	Зд5, Зд6, Зд7, Т1, Зачет (5 сем.)
ОПК-1	В-ОПК-1	Зд5, Зд6, Зд7, Т1
ОПК-2	З-ОПК-2	Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Зд5, Зд6, Зд7, Т1, Зачет (5 сем.)
ОПК-2	У-ОПК-2	Зд5, Зд6, Зд7, Т1, Зачет (5 сем.)
ОПК-2	В-ОПК-2	Зд5, Зд6, Зд7, Т1, Зачет (5 сем.)

Шкалы оценки образовательных достижений. Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего (**60 баллов**) и промежуточного контроля (**40 баллов**). Для допуска к промежуточному контролю по дисциплине студенту в течение календарного модуля необходимо набрать не менее 60% баллов при условии сдачи **всех** дисциплинарных разделов. Раздел считается сданным, если выполнены все виды контроля и набрано по ним не менее 60 % баллов от максимального по разделу.

В соответствии с учебным планом промежуточная аттестация в конце семестра осуществляется в форме Зачета.

Аттестация в 5 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
Текущая аттестация			
Зд1	Задание (задача)	4	2.4
Зд2	Задание (задача)	4	2.4
Зд3	Задание (задача)	4	2.4
Зд4	Задание (задача)	3	1.8
Зд5	Задание (задача)	5	3
Зд6	Задание (задача)	5	3
Зд7	Задание (задача)	5	3
Т1	Тестирование	30	18
Сумма:		60	36
Промежуточная аттестация			
Зачет		40	24
Итого:		100	60

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов по дисциплине	100–90	89–85	84–75	74–70	69–65	64–60	ниже 60
Оценка (ECTS)	A	B	C	D		E	F
Оценка по 4-х балльной шкале	отлично (отл.)	хорошо (хор.)			удовлетворительно (удовл.)		неудовлетворительно (неуд.)
Зачет	Зачтено						Не зачтено

Оценка *«отлично»* выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.

Оценка *«хорошо»* выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка *«удовлетворительно»* выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка *«неудовлетворительно»* выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Вопросы для Зачета (5 семестр):

- 1 Предмет термодинамики (ТД). Общая, техническая и химическая ТД.
- 2 Понятие материальное тело, термодинамическая система, параметры системы, уравнение состояния.
- 3 Виды ТД систем; равновесная, адиабатическая и изолированная системы;
- 4 Понятия давления и плотности, температуры и удельного объёма.
- 5 Уравнение состояния идеальных газов.
- 6 Смесь идеальных газов. Способы задания смесей идеальных газов.
- 7 Теплоемкость. Классификация теплоёмкостей.
- 8 Теплота, работа и внутренняя энергия.
- 9 Первый закон термодинамики.
- 10 Прямой цикл Карно. КПД цикла Карно.
- 11 Обратный цикл Карно. Холодильный коэффициент.
- 12 Обобщенное аналитическое выражение второго закона ТД. Энтропия.
- 13 T-S диаграмма. Цикл Карно на T-S диаграмме. Адиабатный и изохорный процессы.
- 14 Политропный процесс на T-S диаграмме.
- 15 Циклы тепловых двигателей внутреннего сгорания.
- 16 Водяной пар. Основные понятия и определения.
- 17 Фазовая диаграмма. Тройная точка.
- 18 Процесс парообразования и его изображение в P-V координатах.
- 19 Диаграмма T-S воды и водяного пара.
- 20 Диаграмма I-S для водяного пара.
- 21 Графический метод расчета паровых процессов.
- 22 Теплопередача. Элементарные способы распространения тепла: теплопроводность, конвекция, тепловое излучение.
- 23 Теплопроводность: 1ый и 2ой закон Фурье.
- 24 Теплопроводность плоской однослойной и многослойной стенки.
- 25 Тепловое излучение.
- 26 Конвективный теплообмен.
- 27 Теплопередача при постоянных температурах теплоносителей.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

8.1 Основная литература

Л1.1 Кудинов В. А. Техническая термодинамика и теплопередача [Текст]: учебник для академического бакалавриата / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк - Москва: Юрайт, 2015 - 567 с.

Л1.2 Рабинович О. М. Сборник задач по технической термодинамике [Текст]: учебное пособие для техникумов / О. М. Рабинович - Москва: Альянс, 2015 - 344 с.

Л1.3 Теплотехника [Текст]: учебник для вузов / М. Г. Шатров [и др.]; под ред. М. Г. Шатрова - М.: Академия, 2013 - 287, [1] с.

8.2 Дополнительная литература

Л2.1 Галкин А. Ф. Термодинамика. Сборник задач [Электронный ресурс] / Галкин А. Ф. - Санкт-Петербург: Лань, 2021 - 80 с.

Л2.2 Круглов Г. А. Теплотехника. Практический курс [Электронный ресурс] / Круглов Г. А., Булгакова Р. И., Круглова Е. С., Андреева М. В. - Санкт-Петербург: Лань, 2021 - 192 с.

Л2.3 Кудинов В. А. Техническая термодинамика и теплопередача: Учебник Для академического бакалавриата / Кудинов В. А., Карташов Э. М., Стефанюк Е. В. - Москва: Юрайт, 2018 - 454 с

Л2.4 Теплотехника. Практикум [Текст]: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / под ред. В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина - Москва: Юрайт, 2017 - 395 с.

Л2.5 Зарипова Л. Ф. Исследование комбинированного теплообмена горизонтальной трубы с окружающим воздухом в условиях свободной конвекции [Электронный ресурс]: практическое руководство / Л. Ф. Зарипова; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", Северский технологический институт - филиал НИЯУ МИФИ (СТИ НИЯУ МИФИ) - Северск: Изд-во СТИ НИЯУ МИФИ, 2012 - 16 с.

Л2.6 Зарипова Л. Ф. Исследование теплообмена излучением [Электронный ресурс]: практическое руководство / Л. Ф. Зарипова - Северск: Изд-во СТИ НИЯУ МИФИ, 2012 - 12 с.

9 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины приведено на сайте СТИ НИЯУ МИФИ <http://www.ssti.ru/objects.html>

10 Учебно-методические рекомендации для студентов

Самостоятельная работа студентов – это планируемая учебная и внеаудиторная работа студентов, выполняемая по заданию преподавателя и под его методическим руководством, но без его непосредственного участия.

Целью самостоятельной работы студентов является приобретение новых знаний, систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов.

Лекции. Рекомендации по написанию конспекта лекций: кратко, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения: пометать основные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь (тезаурус). Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на следующем занятии или консультации.

Практические занятия. Для подготовки к практическому занятию, необходимо повторить теоретический материал по теме с использованием лекций и рекомендуемой литературы.

На занятии желательно иметь конспект лекций (или учебник, учебное пособие), чтобы самостоятельно или с сокурсниками и преподавателем сориентироваться на каждую тему решаемой задачи, поставленной проблемы и пр.

При решении задач:

1) нужно обосновать каждый этап решения, исходя из теоретических положений дисциплины. Если студент видит несколько путей решения, то он должен сравнить их и выбрать из них самый лучший;

2) решения задач и примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных;

3) рисунки (графики) можно выполнять от руки, но аккуратно и в соответствии с данными условиями;

4) решение каждой задачи должно доводиться до ответа, требуемого условием, и по возможности в общем виде с выводом формулы. Полученный ответ следует проверять способами, вытекающими из существа данной задачи.

При обсуждении основных положений и выводов, объяснении явлений и фактов, ответа на поставленные вопросы:

1) вырабатываются умения и навыки использовать приобретенные знания для различного рода деятельности;

2) выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументированно и не должно сводиться к простому воспроизведению текста, не допускается и простое чтение конспекта. Необходимо, чтобы выступающий проявлял собственное отношение к тому, о чем он говорит, высказывал свое личное мнение, понимание, обосновывал его и мог сделать правильные выводы из сказанного. При этом студент может обращаться к записям конспекта и лекций, непосредственно к первоисточникам, использовать факты и наблюдения современной жизни и т. д.

Промежуточная аттестация. Для подготовки к промежуточной аттестации студенту необходимо проработать конспекты лекционных и практических занятий, подготовить ответы к вопросам, выносимым на промежуточную аттестацию, при необходимости воспользоваться рекомендуемой литературой.

11 Учебно-методические рекомендации для преподавателей

На лекционных, практических занятиях студентам сообщаются новые сведения, систематизируется и обобщается накопленный запас знаний, формируются на этой основе познавательные и профессиональные интересы. Преподаватель, проводя занятия, должен стремиться увлечь студентов, активно воздействовать на их эмоции, вызвать интерес к учебному предмету, стремление постоянно пополнять знания.

Самостоятельная работа студентов по данному курсу

- Проработка лекционного материала
- Подготовка к практическим занятиям, семинарам
- Подготовка к контрольным работам
- Подготовка к промежуточному контролю: Зачет (5 семестр)

В течение 5 семестра осуществляется контроль знаний студентов: см. раздел 5.1.

По результатам аттестационных мероприятий формируется допуск студента к итоговому контролю – Зачету по дисциплине. Студент на Зачете должен показать знание программного материала, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагать, уметь тесно увязывать теорию с практикой, использовать в ответе материал рекомендуемой литературы.

Автор(ы): Е.А. Будко