

Энгельсский технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых
производств»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б.1.2.7. «Техническая термодинамика и теплотехника»
Направление подготовки – 18.03.01 «Химическая технология»
профиль 2 "Нефтехимия"

форма обучения – заочная
курс – 3
семестр – 6
зачетных единиц – 3
всего часов – 108
в том числе:
лекции – 4
коллоквиумы – нет
практические занятия – 8
лабораторные занятия – нет
самостоятельная работа – 96
зачет – 6 семестр
экзамен – нет

Рабочая программа обсуждена на заседании
кафедры ТОХП
20.06.2022 года, протокол №10
Зав. кафедрой Левкина Н.Л.Левкина

Рабочая программа утверждена
на заседании УМКН направления НФГД
27.06.2022 года, протокол №5
Председатель УМКН Левкина Н.Л.Левкина

Энгельс 2022

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины являются:

- формирование системы научных, методологических и практических знаний, необходимых будущим специалистам при эксплуатации различного энерготехнологического оборудования, для его совершенствования или создания нового;
- формирование способности выполнять расчеты физико-химических параметров химических процессов на основе эксергетического и термодинамического методов анализа, как научной базы оценки совершенства химико-технологических процессов и тепловых схем химических производств;
- формирование творческого мышления, объединение фундаментальных знаний основных законов и методов проведения физико-химических исследований, с последующей обработкой и анализом результатов исследований;
- формирование навыков самостоятельного проведения теоретических и экспериментальных физико-химических исследований.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Согласно ООП дисциплина «Физико-химические основы технологии химических волокон» относится к вариативной дисциплине. Для ее изучения необходимо знание таких дисциплин как химия, математика, инженерные науки, рассматривающие технические и технологические системы.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 - способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;

ПК-19 - готовностью использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления.

Студент должен знать:

- основные законы термодинамики;
- свойства различных рабочих тел и методы расчета параметров и процессов изменения их состояния;
- количественные и качественные методы термодинамического анализа процессов и циклов тепловых двигателей и аппаратов с целью повышения тепловой экономичности, уменьшения капитальных затрат, уменьшения или сведения к минимуму отрицательного воздействия на окружающую среду в процессе эксплуатации этого оборудования.

Студент должен уметь:

- проводить необходимые термодинамические расчеты;
- осуществлять выбор оптимальных вариантов при решении практических задач, связанных с совершенствованием и работой разнообразного теплотехнического оборудования.

Студент должен владеть:

- методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования;

- методами расчета термодинамических процессов реальных газов и паров.
- навыками составления тепловых балансов топливноиспользующего оборудования химических производств.

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ Мо-ду-ля	№ Не-де-ли	№ Те-мы	Наименование темы	Часы					
				Всего	Лек-ции	Кол-лок-виу-мы	Лабо-ра-торн-ые	Прак-тичес-кие	СРС
		1	Техническая термодинамика	54	2			4	48
		2	Высокотемпературные теплотехнические установки	54	2			4	48
			Всего	108	4			8	96

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	Техническая термодинамика Свойства реальных газов. Уравнение состояния реального газа. Понятие о водяном паре. Влажный воздух. Основные положения, характеристики влажного воздуха. <i>i-d</i> - диаграмма влажного воздуха. Исследование процессов сушки в <i>i-d</i> – диаграмме. Принципиальная схема паросиловой установки (ПСУ), рабочие процессы. Теоретический цикл ПСУ (цикл Ренкина) в <i>p-v</i> и <i>T-s</i> -диаграммах. Основы теплового расчета холодильных установок.	1-5
2	2	2	Высокотемпературные теплотехнические установки Общие сведения о топливе. Технические характеристики топлива. Расчёты процессов горения топлива. Котельные установки. Тепловой баланс котельного агрегата.	1-5

6. Содержание коллоквиумов

Коллоквиумы учебным планом не предусмотрены

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	4	1,2	Термодинамические циклы тепловых двигателей. Расчет и анализ циклов тепловых двигателей. Решение задач на построение, расчёт и анализ циклов паротурбинных установок. Компрессоры. Газовые циклы	1-5
2	4	3	Топливоиспользующие установки в химических технологиях. Тепловой баланс котельных агрегатов. Решение задач на определение составляющих теплового баланса, к.п.д. и расхода топлива	1-5

8. Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего Часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	7	Техническая термодинамика: общие понятия и определения. Предмет и методы технической термодинамики. Понятия термодинамического процесса и термодинамической системы. Тепловой двигатель, рабочее тело. Свойства идеальных газов. Основные параметры идеальных газов, законы и уравнения состояния идеальных газов. Смеси идеальных газов. Теплоемкость идеальных газов. Понятие внутренней энергии. Теплота и работа. Аналитическое выражение первого закона термодинамики.	1-13
1	7	Второй закон термодинамики. Необратимость термодинамических процессов. Основы теории циклов. Прямые и обратные термодинамические циклы. Понятия термического к.п.д. и холодильного коэффициента. Аналитическое выражение второго закона термодинамики. Свойство изолированной термодинамической системы, уравнение Гюи- Стодолы. Циклы Карно	1-13
1	7	Процессы изменения состояния идеальных газов: изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный и политропный процессы. Уравнения и энергетические характеристики процессов. Отображение процессов в	1-13

		p, v - и T, s - координатах.	
1	7	Термодинамические основы компрессора Теория работы объёмного компрессора. Работа изотермического, адиабатного и политропного сжатия газа. Многоступенчатое сжатие. Конструктивные схемы компрессоров.	1-13
1	7	Первый закон термодинамики для газового потока (открытых систем). Истечение газов и паров. Аналитическое выражение закона. Сопла, эжекторы	1-13
1	7	Сопло Лавая, режимы истечения. Расчет параметров на выходе сопла и величины расхода.	1-13
1	6	Циклы и анализ работы двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Общие положения. Рабочие процессы. Выражения для термического к.п.д.	1-13
2	9	Схема и цикл ПСУ с промежуточным перегревом пара. Выражения для термического к.п.д. циклов. Использование $i-s$ – диаграммы для анализа и расчёта ПСУ. Паровая турбина.	1-13
2	9	Циклы газотурбинных установок (ГТУ). Общие положения. Рабочие процессы. Циклы ГТУ с подводом теплоты по изобаре и изохоре в $p-v$ - и $T-s$ - координатах. Выражения для термического к.п.д. Принципиальная схема ГТУ с регенерацией теплоты отработанных газов.	1-13
2	10	Холододигенирующие установки в химических технологиях. Термодинамические основы получения низких температур. Дросселирование газов и паров. Общие положения. Температурный дроссельный эффект. Расширение газов с совершением внешней полезной работы в детандере. Основы теплового расчета холодильных установок. Совместное получение теплоты и холода. Понятие теплового насоса.	1-13
2	10	Абсорбционная холодильная машина. Принципы работы, циклы, термодинамический анализ. Пароэжекторная холодильная установка (ПЭХУ). Общие положения. Принципиальная схема ПЭХУ, рабочие процессы. Область применения.	1-13
2	10	Топливоиспользующие установки в химических технологиях. Печи химической промышленности. Общие сведения. Классификация печей по теплотехническому признаку. Основные типы и конструктивные схемы печей химической промышленности.	1-13

10. Расчетно-графическая работа

Расчетно-графическая работа учебным планом не предусмотрена.

11. Курсовая работа

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена.

12. Курсовой проект

Курсовой проект учебным планом не предусмотрен.

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника» должны сформироваться компетенции ОПК-1 и ПК-19.

Под компетенцией ОПК -1 понимается способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

Формирование данной компетенции параллельно происходит в рамках учебных дисциплин «Математика», «Прикладная механика», «Инженерная графика», «Электротехника и промышленная электроника».

Код компетенции	Этап формирования	Показатели оценивания	Критерии оценивания		
			Промежуточная аттестация	Типовые задания	Шкала оценивания
ОПК-1	1 семестр	1. Знание основных научных понятий, терминологии в области химической технологии. 2. Умение применять знания теоретических основ для объяснения принципов химико-технологических процессов. 3. Владение навыками определения характеристик объектов исследования в химической технологии.	зачет	вопросы к зачету	Зачтено / не зачтено

Под компетенцией ПК-19 понимается готовность использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления.

Формирования данной компетенции происходит в рамках учебных дисциплин «Оборудование в технологии органических веществ», на Производственной (НИР) и преддипломной практике.

Код компетенции	Этап формирования	Показатели оценивания	Критерии оценивания		
			Промежуточная аттестация	Типовые задания	Шкала оценивания
ПК-19	1 семестр	Использование знаний основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических	зачет	вопросы к зачету	Зачтено / не зачтено

		знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления			
--	--	--	--	--	--

Для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника», проводится зачет.

Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине «Техническая термодинамика и теплотехника» включает учет успешности выполнения практических заданий, самостоятельной работы и сдачу зачета.

Самостоятельная работа считается успешно выполненной в случае успешного выполнения тестовых заданий.

Зачет сдается устно, по билетам, в которых представлено 2 вопроса из перечня «Вопросы для зачета».

Вопросы для зачета

1. Предмет и задачи термодинамики. Основные понятия и определения.
2. Параметры состояния газов.
3. Уравнения состояния идеальных газов.
4. Способы задания состава газовых смесей. Расчёт основных характеристик газовых смесей - μ , R , ρ , ρ_i , c .
5. Теплоёмкость. Виды теплоёмкостей. Определение количества теплоты через теплоёмкость.
6. Первый закон термодинамики для неподвижных систем.
7. Первый закон термодинамики для газового потока.
8. Истечение газов и паров через сопла. Эжекция.
9. Частные термодинамические процессы изменения состояния идеальных газов.
10. Политропный процесс изменения состояния идеальных газов.
11. Прямой и обратный термодинамические циклы. Понятия термического К.П.Д. и холодильного коэффициента.
12. Прямой и обратный циклы Карно. Выражения для термического К.П.Д. и холодильного коэффициента.
13. Аналитическое выражение второго закона термодинамики.
14. Свойство изолированной термодинамической системы. Уравнение Гюи- Стодолы.
15. Термодинамические основы сжатия газов и паров в компрессорах. Основные типы компрессоров.
16. Водяной пар. Общие положения. p_v , T_s , h_s – диаграммы водяного пара.
17. Паросиловая установка. Цикл Ренкина. Термический К.П.Д.
18. Паросиловая установка. Цикл с промежуточным перегревом. Термический К.П.Д.
19. Использование h_s - диаграммы для анализа и расчёта паросиловых установок.
20. Газотурбинные установки. Циклы, термический К.П.Д.
21. Парокомпрессионная холодильная машина. Цикл в $T-s$ – и в $lgP-h$ —диаграммах. Определение основных характеристик работы машины.
22. Абсорбционная холодильная установка. Холодильный коэффициент.
23. Пароэжекторная холодильная установка. Схема и принцип работы.
24. Основные характеристики влажного воздуха.
25. $i-d$ – диаграмма влажного воздуха. Исследование процесса сушки в $i-d$ – - диаграмме.
26. Топливо. Общие сведения. Технические характеристики топлива.
27. Физические представления о горении топлива.

28. Котельные агрегаты. Общие сведения. Принципиальная схема парогенератора.
29. Тепловой баланс котельного агрегата.
30. Печи химической промышленности. Общие сведения. Классификация.

12. СПИСОК ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Теплотехника: учебное пособие для ВО / Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е. Круглова; под редакцией Г.А. Круглова. — Санкт-Петербург, 2020. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-5553-9. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/143117> (дата обращения: 20.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Теплотехника: учебное пособие для ВО / А.А. Александров, А.Р. Архаров, И.А. Архаров [и др.]; под редакцией; под редакцией А.А. Александрова. — Москва: издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017. — 876 с. — ISBN 978-5-7038-4662-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106405> (дата обращения: 20.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Косырева, Н. Н. Теплотехника : учебное пособие / Н. Н. Косырева, А. П. Сергеев. — Волгоград : Волгоградский ГАУ, 2016. — 88 с. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/100813> (дата обращения: 20.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Теплотехника : учебное пособие / В. В. Дырдин, А. А. Мальшин, В. Г. Смирнов, Т. Л. Ким. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. — 174 с. — ISBN 978-5-906888-92-1. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115115> (дата обращения: 20.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Крылов, В. И. Теплотехника : учебное пособие / В. И. Крылов. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2019. — 71 с. — ISBN 978-5-7641-0572-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/49124> (дата обращения: 20.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная

6. Яновский, А. А. Теоретические основы теплотехники: учебное пособие / А. А. Яновский. — Ставрополь : СтГАУ, 2017. — 104 с. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107219> (дата обращения: 20.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Трегулов, В. В. Техническая термодинамика и теплотехника : учебное пособие / В. В. Трегулов, В. Р. Трегулов. — Рязань : РГРТУ, 2014. — 128 с. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168112> (дата обращения: 20.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
8. Дзюзер, В. Я. Теплотехника и тепловая работа печей : учебное пособие для вузов / В. Я. Дзюзер. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-6789-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152446> (дата обращения: 20.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
9. Иванова, И. В. Справочник по теплотехнике : учебное пособие / И. В. Иванова. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2012. — 40 с. — ISBN 978-5-9239-0457-4. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/45370> (дата обращения: 20.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

10.Теплотехника: практикум: учебное пособие / составители П. Л. Лекомцев [и др.]. — Ижевск: Ижевская ГСХА, 2020. — 116 с. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/178021> (дата обращения: 20.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

11. Теплотехника. Практический курс : учебное пособие / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова, М. В. Андреева. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-2575-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167462> (дата обращения: 20.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

12.Логинов, В. С. Практикум по основам теплотехники: учебное пособие / В. С. Логинов, В. Е. Юхнов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 128 с. — ISBN 978-5-8114-3377-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/112679> (дата обращения: 20.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

13.Леденева, Г. А. Практикум по теплотехнике : учебное пособие / Г. А. Леденева, Д. В. Гурьянов. — Воронеж: Мичуринский ГАУ, 2008. — 65 с. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/47193> (дата обращения: 20.10.2021). — Режим доступа: для авториз. Пользователей.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

- НЭБ eLibrary (<https://elibrary.ru>);
- ЭБС «Лань» (<https://e.lanbook.com>);
- ЭБС «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru>);
- ЭБС «Университетская научно-техническая библиотека» (<http://lib.sstu.ru>);
- ЭБС «Единое окно» (<http://window.edu.ru>);
- ЭБ диссертаций Российской государственной библиотеки (<https://dvs.rsl.ru>);
- международная реферативная база данных Scopus (<https://www.scopus.com>);
- международная реферативная база данных Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com>) и др.

5. *Источники ИОС ЭТИ СГТУ*
(<http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=117>)

6. *Профессиональные Базы Данных*

16. Материально-техническое обеспечение

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 24 рабочих места обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска; проекционный экран; мультимедийный проектор; ноутбук; демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint), GoogleChrome.

Учебная аудитория для проведения занятий практического типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций

Столы и стулья с количеством посадочных мест 20, доска для написания мелом

Лабораторные стенды для выполнения лабораторных работ:

1. определение показателя адиабаты для воздуха;
2. теплоотдача горизонтальной трубы при свободном движении воздуха;
3. определение теплоемкости воздуха;
4. исследование работы воздушного компрессора;
5. исследование работы холодильной машины;
6. изучение параметров влажного

Рабочую программу составил _____ Седелкин В.М.

17. Дополнения и изменения в рабочей программе

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры
« ____ » _____ 201 ____ года, протокол № ____

Зав. кафедрой _____ / _____ /

Внесенные изменения утверждены на заседании
УМКН НФГД

« ____ » _____ 201 ____ года, протокол № ____

Председатель УМКН _____ /В.Н. Целуйкин/