

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Химической технологии им. Н.И. Ярополова»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №7 от 14 мая 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ»

Направление: 18.03.01 Химическая технология

Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Чайка Анна Анатольевна
Дата подписания: 25.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Боженков Георгий
Викторович
Дата подписания: 27.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Дьячкова
Светлана Георгиевна
Дата подписания: 30.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Энерготехнология химических производств» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-3 Способен анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования нефтеперерабатывающих предприятий	ПКС-3.1

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-3.1	Демонстрирует знания принципиальных схем работы тепловых и газовых турбин, холодильных установок, тепловых технологических аппаратов, приспособлений для получения пара и других теплоносителей и применяет их для расчета эффективности работы газовых и паровых турбин, компрессоров, холодильных установок; выполняет расчет горения топлива	Знать Знать принципиальные схемы работы тепловых и газовых турбин, тепловых двигателей, холодильных установок, тепловых технологических аппаратов, приспособлений для получения пара и других теплоносителей; термодинамические процессы, проходящие в основных тепло-технологических и теплоэнергетических установках Уметь Уметь рассчитать эффективность работы газовых и паровых турбин, компрессора, теплового двигателя, холодильной установки; сделать расчет горения топлива Владеть Владеть методами анализа эффективности работы химических производств

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Энерготехнология химических производств» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Физика», «Основы технологии электронного и дистанционного обучения», «Учебная практика: ознакомительная практика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Общая химическая технология», «Моделирование химико-технологических процессов», «Производственная практика: научно-исследовательская работа», «Технология переработки углеводородных газов», «Химия и технология органических веществ», «Подготовка, транспортировка и хранение нефти и газа», «Проектирование и оборудование нефтеперерабатывающих предприятий», «Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика», «Технологии очистки стоков и

выбросов нефтехимических предприятий», «Технология производства нефтяных масел», «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Учебный год № 2	Учебный год № 3
Общая трудоемкость дисциплины	108	36	72
Аудиторные занятия, в том числе:	12	2	10
лекции	8	2	6
лабораторные работы	0	0	0
практические/семинарские занятия	4	0	4
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	92	34	58
Трудоемкость промежуточной аттестации	4	0	4
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	, Зачет		Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Учебный год № 2

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Основы технической термодинамики	1	1					1, 2	16	Контрольн ая работа
2	Энерготехнология химико- технологических систем (ХТС)	2	1					1, 2	18	Контрольн ая работа
	Промежуточная аттестация									
	Всего		2						34	

Учебный год № 3

№ п/п	Наименование раздела и темы	Виды контактной работы			СРС	Форма текущего
		Лекции	ЛР	ПЗ(СЕМ)		

	дисциплины	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	контроля
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Процессы сжатия газов и паров	1	2			1	2	1, 2, 3	12	Отчет
2	Циклические процессы	2	2			2	2	1, 2, 3	22	Отчет
3	Энерготехнология химико-технологических систем (ХТС)	3	2					1, 2, 3	24	Отчет
	Промежуточная аттестация								4	Зачет
	Всего		6				4		62	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Учебный год № 2

№	Тема	Краткое содержание
1	Основы технической термодинамики	Предмет технической термодинамики, место дисциплины в общей системе наук и в системе подготовки инженеров. Основные понятия и определения. Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики. Термодинамические процессы. Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров.
2	Энерготехнология химико-технологических систем (ХТС)	Общие сведения об энерготехнологии. Источники генерирования теплоты. Вторичные энергоресурсы (ВЭР) химических производств.

Учебный год № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Процессы сжатия газов и паров	Термодинамический анализ процессов в компрессорах. Поршневые компрессоры, вентиляторы и турбокомпрессоры
2	Циклические процессы	Циклы газотурбинных установок (ГТУ) и двигателей внутреннего сгорания. Циклы холодильных машин
3	Энерготехнология химико-технологических систем (ХТС)	Общие сведения об энерготехнологии. Источники генерирования теплоты. Вторичные энергоресурсы (ВЭР) химических производств.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Учебный год № 3

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических
---	---	----------------------

		часов
1	Расчёт мощности привода поршневых компрессоров и эксергетический анализ работы компрессоров	2
2	Определение максимального и оптимального КПД цикла газотурбинной установки энтропийным методом, эксергетический анализ работы ГТУ	2

4.5 Самостоятельная работа

Учебный год № 2

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Проработка разделов теоретического материала	18
2	Расчетно-графические и аналогичные работы	16

Учебный год № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к зачёту	12
2	Подготовка к сдаче и защите отчетов	6
3	Проработка разделов теоретического материала	40

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Бассейн (swimming pool) — метод, при котором обучающиеся проходят несколько интенсивных буткемпов с целью получения новых знаний для выполнения практических заданий. Дискуссия (discussion) — разностороннее групповое обсуждение спорного вопроса, нацеленное на получение решения, устраивающего всех участников группы. Интерактивная (проблемная) лекция (interactive lecture) — выступление преподавателя перед большой аудиторией, включающее дискуссии, использование презентаций или видеоматериалов, мозговой штурм, мотивационную речь. Мастер-класс (master class) — способ передачи новых идей и концепций. На мастерклассе должны быть продемонстрированы оригинальные теории, методики, технологии. Он может включать также практические задания для закрепления полученных знаний и навыков. Просмотр и обсуждение учебных видеофильмов (film-based learning) — осуществляется для размышления над проблемными вопросами, которые озвучиваются перед началом фильма. Публичная презентация (public presentation) — представление обучающих материалов в структурированном, графическом и простом для усвоения виде. Презентация может служить дополнительной иллюстрацией учебного материала и отображать его ключевые моменты. Работа в малых группах (small group workshop) — деление коллектива на малые группы для обсуждения определенных вопросов и разработки решений учебной проблемы. Этот метод позволяет вовлекать в работу всех учащихся, тренирует навыки сотрудничества и межличностного общения. «Дерево решений» (decision tree) — выбор оптимального решения проблемы путем построения «дерева решений» и оценки преимуществ и недостатков возможных вариантов. Преподаватель, применяющий интерактивные методы, выступает в качестве помощника и координатора процесса, передавая активную функцию обучения студентам. Он же

регулирует процесс через подготовку специальных заданий, проведение консультаций, обеспечение технологической базы, оценку работ и предоставление обратной связи. Слушатели в процессе интерактивного обучения общаются и самостоятельно решают проблемы, обмениваются информацией, дают оценку результатам своей работы и работы других учащихся.

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Чайка, А. А. Энерготехнология химических производств [Электронный ресурс]. - Иркутск : ИРНИТУ, 2018. - Режим доступа: <https://el.istu.edu/course/view.php?id=238> (дата обращения: 28.10.2024).

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Чайка, А. А. Энерготехнология химических производств [Электронный ресурс]. - Иркутск : ИРНИТУ, 2018. - Режим доступа: <https://el.istu.edu/course/view.php?id=238> (дата обращения: 28.10.2024).

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 учебный год 2 | Контрольная работа

Описание процедуры.

При изучении курса «Энерготехнология химических производств» студент должен выполнить 1 контрольную работу. Цель выполнения контрольной работы – отработка навыков и умений выполнения инженерных расчетов по основным разделам курса. Предложенные в контрольной работе задачи рекомендуется решать по мере проработки соответствующих разделов курса. Контрольная работа должна быть аккуратно оформлена в отдельной тетради, на обложке которой следует указать фамилию и инициалы студента, а также его учебный шифр; на каждой странице тетради необходимо оставить поля для пометок преподавателя. Условия задач выбираются в соответствии с двумя последними цифрами учебного шифра студента.

При решении задач необходимо:

- записать условие задачи и исходные данные;
- решение задач сопровождать кратким пояснительным текстом с обоснованием выбора расчетных уравнений;
- для используемых формул дать расшифровку буквенных обозначений в той последовательности, как они приведены в уравнении;
- вычисления производить в единицах СИ, после числового значения результата расчета обязательно проставлять обозначение единицы величины;
- при записи результатов расчета использовать правила округления чисел.

Критерии оценивания.

при проверке оценивается полнота и правильность решения, соблюдение требований к оформлению.

«отлично» ставится студенту, обнаружившему всестороннее, систематическое и достаточно глубокое знание материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, а также оформившему отчет в соответствии с требованиями.

«хорошо» ставится студенту, обнаружившему достаточно полное знание материала, успешно выполняющему предусмотренные программой задания, а также оформившему отчет в соответствии с требованиями.

«удовлетворительно» ставится студенту, обнаружившему знание основного материала, в целом справляющемуся с выполнением заданий, предусмотренных программой, а также оформившему отчет в соответствии с требованиями.

«неудовлетворительно» ставится студенту, обнаружившему существенные пробелы в знании основного материала и/или допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и/или оформлении отчета не соответствует требованиям.

6.1.2 учебный год 3 | Отчет

Описание процедуры.

Текущий контроль для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью осуществляется при защите отчетов по практической работе студента.

Требования к отчетным материалам по практической работе студента.

Отчетные материалы оформляются на отдельных листах и должны включать:

1. Титульный лист (указать наименование дисциплины, наименование и номер практической работы, фамилию и инициалы студента, вариант работы (две последние цифры номера зачётной книжки), фамилию и инициалы преподавателя).
2. Условие задачи и исходные данные;
3. Решение задачи: необходимо сопровождать кратким пояснительным текстом с обоснованием выбора расчетных уравнений, для используемых формул дать расшифровку буквенных обозначений в той последовательности, как они приведены в уравнении вычисления производить в единицах СИ, после числового значения результата расчета обязательно проставлять обозначение единицы величины, при записи результатов расчета использовать правила округления чисел.

Защита отчета по практической работе

Проводится в форме устного вопроса с использованием вопросов для текущего контроля.

Критерии оценивания.

Защита отчета по практической работе оценивается по пятибалльной системе.

«отлично» за защиту отчета ставится студенту, обнаружившему всестороннее, систематическое и достаточно глубокое знание материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, а также оформившему отчет в соответствии с требованиями.

«хорошо» за защиту отчета ставится студенту, обнаружившему достаточно полное знание материала, успешно выполняющему предусмотренные программой задания, а также оформившему отчет в соответствии с требованиями.

«удовлетворительно» за защиту отчета ставится студенту, обнаружившему знание основного материала, в целом справляющемуся с выполнением заданий, предусмотренных программой, а также оформившему отчет в соответствии с требованиями.

«неудовлетворительно» ставится студенту, обнаружившему существенные пробелы в знании основного материала и/или допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и/или оформлении отчета не соответствует требованиям.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКС-3.1	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает теоретический материал, использует в ответе материал научной литературы, свободно справляется с задачами, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, демонстрирует разносторонние навыки и приемы выполнения практических задач	зачет

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Учебный год 3, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Итоговая оценка по дисциплине формируется с использованием балльно-рейтинговой системы. Рейтинг по дисциплине определяется как средневзвешенный по суммарному текущему и зачетному рейтингам при коэффициенте весомости текущей аттестации в семестре 0,6 и зачета 0,4. Максимальная оценка при выполнении задания на зачете – 15 баллов. Максимальный суммарный текущий рейтинг – 45 баллов. Максимальная средневзвешенная оценка – 27 баллов.

Пример задания:

1. Опишите принципы работы газотурбинной установки (ГТУ) со сжиганием топлива при постоянном давлении с помощью принципиальной схемы и диаграмм в координатах P-V и T-S.

(5 баллов)

2. Решите задачу, используя уравнения термического к.п.д., внутреннего относительного к.п.д. и эффективного к.п.д. газотурбинных установок.

(5 баллов)

Определить термический и внутренний абсолютный КПД простого разомкнутого цикла ГТУ с подводом теплоты при $p = \text{const}$, для которого заданы: давление и температура

воздуха перед компрессором $p_1=1$ бар, $t_1=20$ оС, температура газов на выходе из камеры сгорания $t_3=1000$ оС, степень повышения давления воздуха в компрессоре $\pi=9$, коэффициент адиабатного сжатия в компрессоре $\kappa=0,85$ и внутренний относительный КПД газовой турбины $\eta_{гт}=0,9$. Рабочее тело обладает свойствами идеального воздуха с постоянными изобарными и изохорными теплоемкостями.

3. Сравните циклы ГТУ при различных степенях повышения давлений и одинаковых максимальных температурах. Какой из них имеет наибольший к.п.д. ?. Предложите и обоснуйте методы повышения термического к.п.д. идеального цикла газотурбинной установки.

(5 баллов)

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Рейтинг по дисциплине более 15 баллов	Рейтинг по дисциплине менее 15 баллов

7 Основная учебная литература

1. Чухин, И. М. Сборник задач по технической термодинамике : учебное пособие / И. М. Чухин. — 2-е перераб. и доп. — Иваново : ИГЭУ, 2018. — 248 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/154598> (дата обращения: 25.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей
2. Дыблин, Б.С. Основы технической термодинамики и теплотехники: учеб, пособие / Б.С. Дыблин; Березник. ф-л Перм. нац. исслед. политехи, ун-та. - Пермь. 2013. - 116 с.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Чечеткин Александр Васильевич. Теплотехника : учеб. для хим.-технол. спец. вузов / Александр Васильевич Чечеткин, Нина Аркадьевна Занемонец, 1986. - 343.
2. Теплотехника : учеб. для техн. специальностей вузов / [В. Н. Луканин, М. Г. Шатров, Г. М. Камфер и др.], 2002. - 671.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение

2. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ
3. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.