

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ


Проректор по УР
А.В. Бурмистров
«30» ноября 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ДВ.9.1 Эксергетический метод анализа технологических процессов

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Профиль подготовки Энергетика теплотехнологий
Квалификация (степень) выпускника бакалавр
Форма обучения очная
Институт, факультет ИХНМ, МФ
Кафедра-разработчик рабочей программы ТОТ
Курс, семестр 4 курс, 7 семестр

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0.5
Практические занятия	36	1
Лабораторные занятия		
Самостоятельная работа	54	1.5
Форма аттестации - экзамен	36	1
Всего	144	5

Казань, 2017 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 1081 от 01.10.2015 года, по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника по профилю «Энергетика теплотехнологий», на основании учебных планов набора обучающихся 2015, 2016, 2017 годов.

Разработчик программы:

Профессор
(должность)


(подпись)

Максудов Р.Н.
(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОТ, протокол от 20.10.2017 г. № 4.

Зав. кафедрой

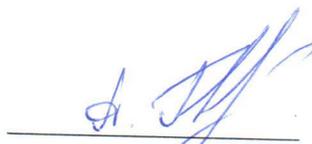


Ф.М. Гумеров

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии механического факультета от 30.10.2017 г. № 7.

Председатель комиссии, доцент



А.В. Гаврилов

Начальник УМЦ, доцент



Л.А. Китаева

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Эксергетический метод анализа технологических процессов» являются

- а) формирование знаний о термодинамических основах эксергетического анализа потоков энергии в реальных условиях;*
- б) обучение методике составления эксергетических балансов термомеханических процессов;*
- в) обучение способам применения эксергетического метода в анализе термомеханических систем;*
- г) освоение методов анализа и термодинамической оптимизации технических систем.*

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП ВО

Дисциплина «Эксергетический метод анализа технологических процессов» относится к дисциплине по выбору вариативной части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для термодинамического анализа эффективности технологических производств и их элементов, набор специальных знаний и компетенций, необходимых для выполнения научно-исследовательской, производственно-технологической видов деятельности.

Для успешного освоения дисциплины «Эксергетический метод анализа технологических процессов» бакалавр по направлению подготовки «Теплоэнергетика и теплотехника» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а). Б1.Б.14 Техническая термодинамика;
- б). Б1.Б.15 Тепломассообмен;
- в). Б1.В.ОД.11 Энергетический комплекс промышленных предприятий.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Эксергетический метод анализа технологических процессов», могут быть использованы при прохождении учебной и производственной практик и при выполнении выпускной квалификационной работы по направлению подготовки «Теплоэнергетика и теплотехника» (13.03.01).

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ОПК-2 – Способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

ПК-1 – Способность участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: а) причины необратимости реальных процессов и диссипации энергии (ОПК-2);

б) о влиянии окружающей среды на преобразования энергии (ОПК-2);

в) об ограничениях превратимости энергии (ОПК-2);

г) значение понятий «эксергия» и «анергия» (ОПК-2);

Уметь: а) определять эксергию теплоты (ПК-1);

б). определять эксергию рабочего тела в объеме (ПК-1);

в). определять эксергию стационарного потока рабочего тела (ПК-1);

г). определять эксергию потока излучения (ПК-1);

д). определять величины анергии и потерь эксергии (ПК-1);

Владеть: а) составлением эксергетического баланса (ПК-1);

б) анализом отдельных термомеханических процессов (ПК-1);

4. Структура и содержание дисциплины «Эксергетический метод анализа технологических производств»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	
1	Тема 1. Второе начало термодинамики. Необратимость реальных процессов. Энтропия	7	2	4		6	Опрос по теме. Расчетная работа.
2	Тема 2. Преобразование энергии.	7	2	4		6	Опрос по теме

	Окружающая среда. Виды эксергии.						
3	Тема 3. Эксергия теплоты. Фактор Карно. Эксергия излучения.	7	3	4		8	Опрос по теме, решение задач, расчетная работа
4	Тема 4. Эксергия рабочего тела в закрытой системе и эксергия стационарного потока вещества.	7	3	4		8	Решение задач; опрос по теме
5	Тема 5. Анергия потока теплоты. Анергия потока рабочего тела.	7	2	4		6	Опрос по теме. Решение задач. Расчетная работа.
6	Тема 6. Потеря работоспособности. Уравнение Гюи-Стодолы.	7	2	6		6	Опрос по теме. Решение задач. Расчетная работа.
7	Тема 7. Потери эксергии от необратимости при теплообмене и вследствие гидравлических потерь.	7	2	6		8	Опрос по теме. Решение задач. Расчетная работа.

	Диаграмма по-токов и потерь эксергии.						
8	Тема 8. Энергетический КПД ТЭЦ, ТНУ. Энергетический и эксергетический КПД, ХМ.	7	2	4		6	Решение задач; опрос по теме.
	ИТОГО:		18	36		54	Экзамен

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций и используемых инновационных образовательных технологий.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 1. Второе начало термодинамики. Необратимость реальных процессов. Энтропия	2	Второе начало термодинамики. Постулаты Карно. Необратимость реальных процессов. Возрастание энтропии.	Энтропия и второе начало термодинамики. Классификация видов энергии. Постулаты Карно. Необратимость реальных процессов.	ОПК-2, ПК-1
2	Тема 2. Преобразование энергии. Окружающая среда. Виды эксергии.	2	Ограничения превратимости энергии. Диссипация энергии. Окружающая среда. Виды эксергии.	Ограничения превратимости энергии. Основные причины диссипации энергии. Окружающая среда. Определение и виды эксергии.	ОПК-2, ПК-1
3	Тема 3.	3	Эксергия	Фактор Карно.	ОПК-2,

	Эксергия теплоты. Фактор Карно. Эксергия излучения.		теплоты. Фактор Карно. Эксергия излучения.	Вывод уравнения эксергии теплоты. Вывод уравнения эксергии теплового излучения.	ПК-1
4	Тема 4. Эксергия рабочего тела в закрытой системе и в стационарном потоке.	3	Эксергия рабочего тела в закрытой системе и стационарного потока вещества.	Вывод уравнения эксергии рабочего тела в закрытой системе и эксергии стационарного потока вещества. Работа потока. Взаимосвязь этих видов эксергии.	ОПК-2, ПК-1
5	Тема 5. Анергия потока теплоты. Анергия потока рабочего тела.	2	Анергия потока теплоты. Анергия потока рабочего тела.	Анергия потока теплоты. Анергия потока рабочего тела. Получение расчетных соотношений.	ОПК-2, ПК-1
6	Тема 6. Потеря работоспособности. Уравнение Гюи-Стодолы. Потери эксергии.	2	Потеря работоспособности. Уравнение Гюи-Стодолы. Потери эксергии.	Потеря работоспособности. Вывод уравнения Гюи-Стодолы. Расчетное соотношение для потерь эксергии. Принципиальное различие анергии и потерь эксергии.	ОПК-2, ПК-1
7	Тема 7. Определение потерь эксергии от необратимост	2	Определение потерь эксергии. Диаграмма потоков и потерь эксергии.	Определение потерь эксергии от необратимости при теплообмене	ОПК-2, ПК-1

	и при теплообмене и вследствие гидравлических потерь. Диаграмма потоков и потерь эксергии.			и вследствие гидравлических потерь. Диаграмма потоков и потерь эксергии.	
8	Тема 8. Энергетический и эксергетический КПД ТЭЦ, ХМ, ТНУ	2	Энергетический и эксергетический КПД ТЭЦ, ХМ, ТНУ	Энергетический и эксергетический КПД ТЭЦ, ХМ, ТНУ	ОПК-2, ПК-1

6. Содержание практических занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема практического занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Темы 1,	3	Второе начало термодинамики..	Опрос по теме. Решение задач. Расчетное задание.	ОПК-2, ПК-1
2	Темы 2.	4	Преобразование энергии. Виды эксергии. Расчет потоков эксергии и потерь эксергии	Опрос по теме. Решение задач. Расчетное задание.	ОПК-2, ПК-1
3	Темы 3.	4	Эксергия теплоты. Фактор Карно. Эксергия излучения.	Опрос по теме. Решение задач. Расчетное задание.	ОПК-2, ПК-1
4	Тема 4.	3	Термический и эксергетический КПД. Расчетное задание.	Опрос по теме. Решение задач.	ОПК-2, ПК-1
5	Темы 5	4	Анергия потока теплоты. Анергия потока рабочего тела.	Опрос по теме. Разбор конкретной системы.	ОПК-2, ПК-1
6	Тема 6.		Потеря работоспособности. Уравнение Гюи-Стодолы.	Опрос по теме. Разбор конкретной системы	ОПК-2, ПК-1
7	Тема 7.		Потери эксергии от необратимости при	Опрос по теме. Разбор конкретной	ОПК-2, ПК-1

			теплообмене и вследствие гидравлических потерь. Диаграмма потоков и потерь эксергии.	системы	
8	Тема 8.		Энергетический и эксергети-ческий КПД ТЭЦ, ХМ, ТНУ	Опрос по теме. Разбор конкретной системы	ОПК-2, ПК-1

7. Содержание лабораторных занятий. Не предусмотрено учебным планом

8. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Причины необратимости реальных процессов и способы расчета изменения энтропии.	12	<i>Устная проработка, выполнение и оформление расчетной работы</i>	ОПК-2, ПК-1
2	Проработать понятия «располагаемая работа, техническая работа, работа проталкивания, максимальная работа».	12	<i>Устная проработка, выполнение и оформление расчетной работы</i>	ОПК-2, ПК-1
3	Эксергетическая производительность (мощность) ТЭЦ, компрессора, холодильной и теплонасосной установок	15	<i>Устная проработка</i>	ОПК-2, ПК-1
4	В течение семестра – проработка материала лекционного и практических занятий. Расчеты по индивидуальным заданиям.	15	<i>Выполнение и оформление расчетной работы, подготовка к экзамену</i>	ОПК-2, ПК-1

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Эксергетический метод анализа технологических процессов» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля в соответствии с Положением о рейтинговой системе «КНИТУ».

По дисциплине «Эксергетический метод анализа технологических процессов» видом контроля является экзамен в 7 семестре.

Значения текущего рейтинга по дисциплине выставляются преподавателем при выполнении всех контрольных точек и заданий (исходя из максимальной оценки 100 баллов).

Вид деятельности	Баллы min	Баллы max
Устный опрос	2	6
Выполнение практических работ	2	6
Оформление и защита расчетных заданий	32	48
Экзамен	24	40
Итого:	60	100

10. Оценочные средства для определения результатов освоения дисциплины. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся оформляются отдельным документом.

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины «Эксергетический метод исследования эффективности технологических процессов» в качестве источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

11.1 Основная литература

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок. Учебное пособие для вузов / Александров А.А. - 2-е изд., стереот. - М. : Издательский дом МЭИ, 2006.	ЭБС "Консультант студента" http://www.studentlibrary.ru/doc/SBN5903072607-SCN0007.html Доступ после регистрации с IP-адресов КНИТУ
2. Методы термодинамического анализа эффективности теплоэнергетических установок. И.Б. Павлова; под ред. В.И. Хвесюка. Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 108 с	ЭБС "Консультант студента" http://www.studentlibrary.ru/doc/bauman_0344-SCN0005.html Доступ после регистрации с IP-адресов КНИТУ
3. Рудобашта С. П. Теплотехника. - М.: КолосС, 2010. - 599 с.: ил. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).	ЭБС "Консультант студента" http://www.studentlibrary.ru/doc/SBN9785953206587-SCN0026.html Доступ после регистрации с IP-адресов КНИТУ
4. Техническая термодинамика. Учебник для вузов / В.А. Кириллин, В.В. Сычев, А.Е. Шейндлин. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Издательский дом МЭИ, 2008.	ЭБС "Консультант студента" http://www.studentlibrary.ru/doc/SBN9785383002636-SCN0005.html Доступ после регистрации с IP-адресов КНИТУ
5. Основы теории тепловых процессов и машин. В 2 ч. Ч. II / Н.Е. Александров [и др.]; под ред. Н.И. Прокопенко. - 4-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 571 с.: ил.	ЭБС "Консультант студента" http://www.studentlibrary.ru/doc/SBN9785996308347-SCN0014.html Доступ после регистрации с IP-адресов КНИТУ

11.2 Дополнительная литература

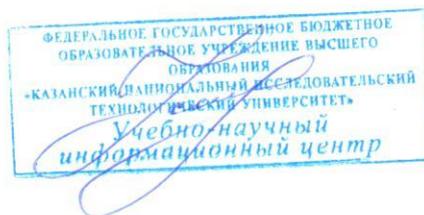
Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
1. Бродянский, В.М. Эксергетический метод термодинамического анализ / В.М. Бродянский - М.: Энергия, 1973. - 296 с.	4
2. Эксергетический метод и его приложения / В.М. Бродянский [и др.] – М.: Энергоатомиздат, 1988. - 288 с.	1
3. Бэр, Г.Д. Техническая термодинамика / Г.Д. Бэр – М.: Мир, 1977 -518 с.	1
4. Крутов, В.И. Техническая термодинамика / В.И. Крутов – М.: Высшая школа, 1971.- 472 с.	2
5. Эксергетический анализ работы промышленных установок / Б.С. Сажин [и др.] – М.: Моск. гос. текстильный ун-т., 2000. – 297 с.	2
7. Основы анализа и оптимизации энерготехнологических процессов химической технологии / Д.А. Бобров [и др.] – М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1986. – 48 с.	1

11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Эксергетический метод анализа технологических процессов» использование электронных источников информации:

1. ЭБС КнигаФонд <http://www.knigafund.ru>
2. ЭБС Znanium.com <http://znanium.com>
3. ЭБС «IPRbooks» – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>
4. ЭБС «РУКОНТ» – Режим доступа: <http://rucont.ru>
5. ЭБС «Лань» – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/>
6. ЭЧЗ «БиблиоТех» – Режим доступа: <https://kstu.bibliotech.ru>
7. ЭБС «Консультант студента»- Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>
8. Ресурсы Научной Электронной Библиотеки e-library <http://elibrary.ru>
9. Ресурсы электронной библиотеки УНИЦ КНИТУ <http://ruslan.kstu.ru/>

Согласовано:
Зав.сектором ОКУФ



Усольцева И.И.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

На кафедре теоретических основ теплотехники в учебном процессе при выполнении лабораторных работ и практических занятий используется современная вычислительная техника. Компьютерный класс укомплектован необходимым количеством персональных компьютеров PC AT. В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства; демонстрационные приборы.

1. Лекционные занятия:

- a. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук);
- b. комплект электронных презентаций, слайдов.
- c.

2. Практические работы:

- a. лаборатория А-35 (Компьютерный класс) оснащена 8 компьютерами;
- b. Программное обеспечение: Ansys Fluent, Mathcad, Delphi;
- c. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук);

13. Образовательные технологии

Интерактивные формы обучения, в количестве 12 часов, предусмотренные при проведении практических занятий

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине « Экспертный метод анализа технологических процессов »
(шифр и название дисциплины)

Пересмотрена на заседании кафедры ТОБ
(наименование кафедры)

№ п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры № _____ от _____ 20__ г.	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика	Подпись заведующего кафедрой	Подпись заведующего учебно-производственной практикой
1	№1 от 28.08.18	нет	Нет			