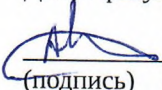


УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета


(подпись) / Юнаков Л. П.
ФИО
« 31 » « 05 » 2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ХИММОТОЛОГИЯ РАКЕТНЫХ ТОПЛИВ

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование ракетных двигателей твердого топлива
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	5	3	108	68	34	0	34	40	0	0	40	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей

год набора группы: 2022

Программу составил:

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ
АППАРАТОВ

Боряев Александр Александрович, к.т.н., доцент

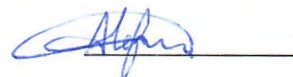


Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Левихин А.А., к.т.н., доц.

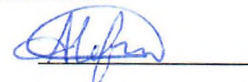


Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Заведующий кафедрой Левихин А.А., к.т.н., доц.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ХИММОТОЛОГИЯ РАКЕТНЫХ ТОПЛИВ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

УК-8 — способность создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
ОПК-4 — способность осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов авиационной и ракетно-космической техники
ОПК-6 — способность осуществлять критический анализ научных достижений в области авиационной и ракетно-космической техники
ОПК-7 — способность критически и системно анализировать достижения отрасли двигателестроения и энергетической техники и способы их применения в профессиональном контексте

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

УК-8

знания:

- понимание взаимосвязи основных термодинамических параметров в различных процессах;

умения:

- проводить экспериментальные исследования свойств и состава рабочих тел;

ОПК-4

знания:

- основные положения химической термодинамики и теории горения ;

- понимание особенностей химических и аэротермодинамических процессов, протекающих в камерах сгорания тепловых машинах;

ОПК-6

знания:

- способы проведения экспериментов

- методы расчета и оценки надежности технических объектов и систем;

навыки:

- расчет основных теплофизических характеристик рабочих тел.

ОПК-7

знания:

- специальную научно-техническую литературу по избранной тематике;

умения:

- методы и алгоритмы проведения экспериментов;

навыки:

проводить численные исследования в области химической термодинамики.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ХИММОТОЛОГИЯ РАКЕТНЫХ ТОПЛИВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ТЕРМОДИНАМИКА, ФИЗИКА, ХИМИЯ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %			
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		УК-8	ОПК-4	ОПК-6	ОПК-7
3	5	Раздел 1. Введение. Цель и задачи курса. Основные определения. • Цель и задачи курса. • Термины и определения. • Повторение материалов, пройденных в курсе «Термодинамика» и «Теплопередача».	12	4	4	0	8	20	10	20	20
3	5	Раздел 2. Основные законы термодинамики в приложении к химическим процессам. Нулевой закон термодинамики. Первый закон термодинамики (закон Гесса). Тепловой эффект реакции. Энтальпия. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Системы отсчета энтальпии. Теплоемкость. Второй закон термодинамики, энтропия. Изменение энтропии и энтальпии в термодинамических процессах. Третий закон термодинамики. Тепловая теорема Нерста. Основные законы термодинамики в приложении к химическим процессам. • Нулевой закон термодинамики. • Первый закон термодинамики (закон Гесса). • Тепловой эффект реакции. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. • Энтальпия. Системы отсчета энтальпии. • Теплоемкость. Второй закон термодинамики, энтропия. Изменение энтропии и энтальпии в термодинамических процессах. • Третий закон термодинамики. Тепловая теорема Нерста.	14	6	6	0	8	10	20	10	20
3	5	Раздел 3. Характеристические функции. Характеристические функции – определение. Внутренняя энергия, энтальпия, свободная энергия, изоборно-изотермический потенциал – как характеристические функции различных термодинамических процессах. Уравнения Максвелла. Химический потенциал. • Характеристические функции. • Внутренняя энергия, энтальпия, свободная энергия, изоборно-изотермический потенциал – как характеристические функции в различных термодинамических процессах. • Уравнения Максвелла. • Химический потенциал.	11	6	6	0	5	10	20	20	10
3	5	Раздел 4. Скорость химической реакции Определение скорости химической реакции. Порядок реакции. Константа скорости реакции Закон Аррениуса. Энергия активации. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Характеристический интервал температуры. Скорость химической реакции как число активных соударений между частицами. • Определение скорости химической реакции. Порядок реакции. Константа скорости реакции Закон Аррениуса. Энергия активации. • Зависимость скорости химической реакции от температуры. Характеристический интервал температуры. • Скорость химической реакции как число активных соударений между частицами.	20	14	6	8	6	20	10	20	15
3	5	Раздел 5. Элементы теории горения А) Горение как совокупность физических и химических процессов; Б)Воспламенение смеси, Тепловое воспламенение. Цепное воспламенение. Период индукции, Вынужденное воспламенение. В) Распространение пламени в газовых смесях. Тепловая теория распространения ламинарного пламени. Нормальная скорость распространения пламени. Турбулентное горение. Отвод тепла из зоны горения. Предельная скорость распространения пламени. Г) Гетерогенное горение. Общие закономерности гетерогенного горения. Диффузионная и кинетическая области горения. Горение одиночной капли жидкого горючего в среде окислителя. Горение углеродной частицы в потоке окислителя. Воспламенение смеси. • Воспламенение смеси. • Тепловое воспламенение. • Цепное воспламенение. Период индукции. • Вынужденное воспламенение. Распространение пламени в газовых смесях. • Распространение пламени в газовых смесях. • Тепловая теория распространения ламинарного пламени. • Нормальная скорость распространения пламени. • Турбулентное горение. • Отвод тепла из зоны горения. • Предельная скорость распространения пламени. Гетерогенное горение. • Общие закономерности гетерогенного горения. • Диффузионная и кинетическая области горения. • Горение одиночной капли жидкого горючего в среде окислителя. • Горение углеродной частицы в потоке окислителя.	25	20	6	14	5	20	20	15	15
3	5	Раздел 6. Равновесие термодинамических систем при наличии фазовых и химических превращений. А) Направление протекания процессов и термодинамические условия равновесия. Критерии равновесия и самопроизвольности процессов. Виды	26	18	6	12	8	20	20	15	20

	равновесия. Механическая интерпретация. Б) Фазовое равновесие. Правило фаз Гиббса. В) Химическое равновесие. Общие условия химического равновесия. Эквивалентная химическая формула термодинамической системы. Определение температуры ТДС при $P, T = \text{const}$. Определение температуры ТДС при условии химического равновесия. • Условия равновесия. Критерии равновесия и самопроизвольности процессов. Виды равновесия. Механическая интерпретация. • Фазовое равновесие. Правило фаз Гиббса. • Эквивалентная химическая формула термодинамической системы. Определение температуры ТДС при $P, T = \text{const}$.									
Всего за 5 семестр		108	68	34	34	40	100	100	100	100
Всего по дисциплине		108	68	34	34	40	100	100	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 4. Скорость химической реакции. Определение скорости химической реакции. Порядок реакции. Константа скорости реакции. Закон Аррениуса. Энергия активации. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Характеристический интервал температуры. Скорость химической реакции как число активных соударений между частицами.	Скорость химической реакции как число активных соударений между частицами	8
2	Раздел 5. Элементы теории горения. А) Горение как совокупность физических и химических процессов; Б) Воспламенение смеси, Тепловое воспламенение. Цепное воспламенение. Период индукции, Вынужденное воспламенение. В) Распространение пламени в газовых смесях. Тепловая теория распространения ламинарного пламени. Нормальная скорость распространения пламени. Турбулентное горение. Отвод тепла из зоны горения. Предельная скорость распространения пламени. Г) Гетерогенное горение. Общие закономерности гетерогенного горения.	Нормальная скорость распространения пламени.	7
3	Диффузионная и кинетическая области горения. Горение одиночной капли жидкого горючего в среде окислителя. Горение углеродной частицы в потоке окислителя.	Отвод тепла из зоны горения.	7
4	Раздел 6. Равновесие термодинамических систем при наличии фазовых и химических превращений. А) Направление протекания процессов и термодинамические условия равновесия. Критерии равновесия и самопроизвольности процессов. Виды равновесия. Механическая интерпретация. Б) Фазовое равновесие. Правило фаз Гиббса. В) Химическое равновесие. Общие условия химического равновесия. Эквивалентная химическая формула термодинамической системы. Определение температуры ТДС при $P, T = \text{const}$. Определение температуры ТДС при условии химического равновесия.	Определение равновесного химического состава и температуры ТДС при заданных давлениях и исходному химическому составу системы (термодинамический расчет)	12
Всего за 5 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение. Цель и задачи курса. Основные определения.	Углубленная проработка разделов курса по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	8
2	Раздел 2. Основные законы термодинамики в приложении к химическим процессам. Нулевой закон термодинамики. Первый закон термодинамики (закон Гесса). Тепловой эффект реакции. Энтальпия.	Углубленная проработка разделов курса	8

	Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Системы отсчета энтальпии. Теплоемкость. Второй закон термодинамики, энтропия. Изменение энтропии и энтальпии в термодинамических процессах. Третий закон термодинамики. Тепловая теорема Нерста.	по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	
3	Раздел 3. Характеристические функции. Характеристические функции – определение. Внутренняя энергия, энтальпия, свободная энергия, изоборно-изотермический потенциал – как характеристические функции различных термодинамических процессах. Уравнения Максвелла. Химический потенциал.	Углубленная проработка разделов курса по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	5
4	Раздел 4. Скорость химической реакции. Определение скорости химической реакции. Порядок реакции. Константа скорости реакции. Закон Аррениуса. Энергия активации. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Характеристический интервал температуры. Скорость химической реакции как число активных соударений между частицами.	Проработка материалов практических занятий	3
5		Углубленная проработка разделов курса по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	3
6	Раздел 5. Элементы теории горения А) Горение как совокупность физических и химических процессов; Б) Воспламенение смеси, Тепловое воспламенение. Цепное воспламенение. Период индукции, Вынужденное воспламенение. В) Распространение пламени в газовых смесях. Тепловая теория распространения ламинарного пламени. Нормальная скорость распространения пламени. Турбулентное горение. Отвод тепла из зоны горения. Предельная скорость распространения пламени. Г) Гетерогенное горение. Общие закономерности гетерогенного горения. Диффузионная и кинетическая области горения. Горение одиночной капли жидкого горючего в среде окислителя. Горение углеродной частицы в потоке окислителя.	Проработка материалов практических занятий	2
7		Углубленная проработка разделов курса по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	3
8	Раздел 6. Равновесие термодинамических систем при наличии фазовых и химических превращений. А) Направление протекания процессов и термодинамические условия равновесия. Критерии равновесия и самопроизвольности процессов. Виды равновесия. Механическая интерпретация. Б) Фазовое равновесие. Правило фаз Гиббса. В) Химическое равновесие. Общие условия химического равновесия. Эквивалентная химическая формула термодинамической системы. Определение температуры ТДС при $P, T = \text{const}$. Определение температуры ТДС при условии химического равновесия.	Углубленная проработка разделов курса по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	4
9		Проработка материалов практических занятий	4
Всего за 5 семестр			40

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																17
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
5	КПос		КПос			ДР		КПос		ДР		КПос		КПос		ДР	Вопр. Зач. диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- КПос – контроль посещаемости;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- Колл – коллоквиум;
- Вопр. Зач – вопросы к зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- контроль посещаемости;
- отчет по практическому заданию;
- коллоквиум;
- вопросы к зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. А. Левихин, А. М. Кузьмин. . Теория горения и химическая термодинамика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 42 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Проектор.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ХИММОТОЛОГИЯ РАКЕТНЫХ ТОПЛИВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 24.05.02 *Проектирование авиационных и ракетных двигателей*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

УК-8 способность создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов;

ОПК-4 способность осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов авиационной и ракетно-космической техники;

ОПК-6 способность осуществлять критический анализ научных достижений в области авиационной и ракетно-космической техники;

ОПК-7 способность критически и системно анализировать достижения отрасли двигателестроения и энергетической техники и способы их применения в профессиональном контексте.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением основных положений теории горения и взрыва и химической термодинамики.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- контроль посещаемости;
- отчет по практическому заданию;
- коллоквиум;
- вопросы к зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**40 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 40 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Введение. Цель и задачи курса. Основные определения.		
Углубленная проработка разделов курса по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	А. А. Левихин, А. М. Кузьмин. . Теория горения и химическая термодинамика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Введение)	8
Итого по разделу 1		8
Раздел 2. Основные законы термодинамики в приложении к химическим процессам. Нулевой закон термодинамики. Первый закон термодинамики (закон Гесса). Тепловой эффект реакции. Энтальпия. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Системы отсчета энтальпии. Теплоемкость. Второй закон термодинамики, энтропия. Изменение энтропии и энтальпии в термодинамических процессах. Третий закон термодинамики. Тепловая теорема Нерста.		
Углубленная проработка разделов курса по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	А. А. Левихин, А. М. Кузьмин. . Теория горения и химическая термодинамика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (1)	8
Итого по разделу 2		8
Раздел 3. Характеристические функции. Характеристические функции – определение. Внутренняя энергия, энтальпия, свободная энергия, изоборно-изотермический потенциал – как характеристические функции различных термодинамических процессах. Уравнения Максвелла. Химический потенциал.		
Углубленная проработка разделов курса по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	А. А. Левихин, А. М. Кузьмин. . Теория горения и химическая термодинамика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (2)	5
Итого по разделу 3		5
Раздел 4. Скорость химической реакции Определение скорости химической реакции. Порядок реакции. Константа скорости реакции Закон Аррениуса. Энергия активации. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Характеристический интервал температуры. Скорость химической реакции как число активных соударений между частицами.		
Проработка материалов практических занятий	А. А. Левихин, А. М. Кузьмин. . Теория горения и химическая термодинамика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (2)	3
Углубленная проработка разделов курса по конспектам лекций и рекомендуемой литературе		3
Итого по разделу 4		6
Раздел 5. Элементы теории горения А) Горение как совокупность физических и химических процессов; Б)Воспламенение смеси, Тепловое воспламенение. Цепное воспламенение. Период индукции, Вынужденное воспламенение. В) Распространение пламени в газовых смесях. Тепловая теория распространения ламинарного пламени. Нормальная скорость распространения пламени. Турбулентное горение. Отвод тепла из зоны горения. Предельная скорость распространения пламени. Г) Гетерогенное горение. Общие закономерности		

гетерогенного горения. Диффузионная и кинетическая области горения. Горение одиночной капли жидкого горючего в среде окислителя. Горение углеродной частицы в потоке окислителя.		
Проработка материалов практических занятий	А. А. Левихин, А. М. Кузьмин. . Теория горения и химическая термодинамика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (2)	2
Углубленная проработка разделов курса по конспектам лекций и рекомендуемой литературе		3
Итого по разделу 5		5
Раздел 6. Равновесие термодинамических систем при наличии фазовых и химических превращений. А) Направление протекания процессов и термодинамические условия равновесия. Критерии равновесия и самопроизвольности процессов. Виды равновесия. Механическая интерпретация. Б) Фазовое равновесие. Правило фаз Гиббса. В) Химическое равновесие. Общие условия химического равновесия. Эквивалентная химическая формула термодинамической системы. Определение температуры ТДС при Р, Т = const . Определение температуры ТДС при условии химического равновесия.		
Углубленная проработка разделов курса по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	А. А. Левихин, А. М. Кузьмин. . Теория горения и химическая термодинамика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (3)	4
Проработка материалов практических занятий		4
Итого по разделу 6		8

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- контроль посещаемости;
- коллоквиум;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы к зачету;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Контроль посещаемости

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы преподавателем в следующих формах:

- оценка работы обучающегося на практических занятиях;
- отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, работа на лекциях.

Коллоквиум

Коллоквиум организуется в виде собеседования преподавателя с обучающимися на темы, связанные с изучаемой дисциплиной и рассчитанное на выяснение объемов усвоения учебного материала по определенным разделам.

Контрольное мероприятие считается выполненным, при получении не менее 60% правильных ответов на вопросы преподавателя.

Отчет по практическому заданию

Отчет по практическому заданию должен быть аккуратно и грамотно оформлен в соответствии с требованиями по данной дисциплине. Отчет может быть предоставлен в письменной, электронной форме.

Отчет считается сданным, если при собеседовании с преподавателем дано не менее 60% правильных ответов на заданные вопросы.

Варианты практических заданий представлены в УМК дисциплины.

Вопросы к зачету

1. Нормальная скорость распространения пламени.
2. Скорость химической реакции. Закон Аррениуса. Зависимость скорости химической реакции от температуры.
3. Энтальпия. Система отсчета энтальпии.
4. Горение твердого топлива (углерода)
5. Нулевой закон термодинамики.
6. Горение жидкого топлива.
7. Теория теплового воспламенения.
8. Равновесие в ТДС. Общее условие равновесия.
9. Первый закон ТД. (закон Гесса).
10. Турбулентное горение.
11. Влияние отвода тепла на скорость распространения пламени.
12. Характеристическая функция в процессе $S=Const, V=Const$.
13. Химический потенциал.
14. Горение газовых смесей при отдельной подаче горючего и окислителя.
15. Теплоемкость: полная, замороженная.
16. Общие закономерности гетерогенного горения. Диффузионный и кинетический режимы горения.

17. Цепной механизм воспламенения.
18. Скорость химической реакции, как число активных столкновений между молекулами.
19. Распространение пламени в гомогенных газовых смесях. Закон Михельсона.
20. Характеристическая функция в процессе $T=\text{Const}, V=\text{const}$.
21. Характеристическая функция в процессе $P=\text{Const}, T=\text{Const}$.
22. Характеристическая функция в процессе $P=\text{Const}, S=\text{Const}$.
23. Энергия активации. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Характеристический интервал температуры.
24. Третий закон ТД.
25. Второй закон ТД.
26. Второй закон ТД и направление протекания процессов.
27. Тепловая теория распространения пламени в ламинарных потоках.
28. Учет конвективного теплообмена при горении капли жидкого горючего в окислительной атмосфере. Неизотермический процесс испарения капли.
29. Распределение температуры и концентрации в зоне горения. Определение величины зоны горения.
30. Вынужденное воспламенение.

Дифференцированный зачет

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

Дифференцированный зачет проходит в форме устных ответов на вопросы к зачету при собеседовании с преподавателем.

Количество задаваемых вопросов 5.

не зачтено: полнота ответа на вопросы: менее 50% по каждому вопросу.

зачтено - удовлетворительно: полнота ответа на вопросы: 60-70% по каждому вопросу.

зачтено-хорошо: полнота ответа на вопросы: не менее 70% по каждому вопросу.

зачтено-отлично: полнота ответа на вопросы: не менее 80% по каждому вопросу, ответы на 2-3 дополнительных вопроса из списка со степенью полноты ответа не менее 50% по каждому.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %				НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		УК-8	ОПК-4	ОПК-6	ОПК-7	
3	5	Раздел 1. Введение. Цель и задачи курса. Основные определения.	12	4	4	0	8	20	10	20	20	Контроль посещаемости
3	5	Раздел 2. Основные законы термодинамики в приложении к химическим процессам. Нулевой закон термодинамики. Первый закон термодинамики (закон Гесса). Тепловой эффект реакции. Энтальпия. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Системы отсчета энтальпии. Теплостойкость. Второй закон термодинамики, энтропия. Изменение энтропии и энтальпии в термодинамических процессах. Третий закон термодинамики. Тепловая теорема Нерста.	14	6	6	0	8	10	20	10	20	Контроль посещаемости

3	5	Раздел 3. Характеристические функции. Характеристические функции – определение. Внутренняя энергия, энтальпия, свободная энергия, изоборно-изотермический потенциал – как характеристические функции различных термодинамических процессах. Уравнения Максвелла. Химический потенциал.	11	6	6	0	5	10	20	20	10	Контроль посещаемости
3	5	Раздел 4. Скорость химической реакции Определение скорости химической реакции. Порядок реакции. Константа скорости реакции Закон Аррениуса. Энергия активации. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Характеристический интервал температуры. Скорость химической реакции как число активных соударений между частицами.	20	14	6	8	6	20	10	20	15	Коллоквиум, Отчет по практическому заданию

3	5	<p>Раздел 5. Элементы теории горения А) Горение как совокупность физических и химических процессов; Б) Воспламенение смеси, Тепловое воспламенение. Цепное воспламенение. Период индукции, Вынужденное воспламенение. В) Распространение пламени в газовых смесях. Тепловая теория распространения ламинарного пламени. Нормальная скорость распространения пламени. Турбулентное горение. Отвод тепла из зоны горения. Предельная скорость распространения пламени. Г) Гетерогенное горение. Общие закономерности гетерогенного горения. Диффузионная и кинетическая области горения. Горение одиночной капли жидкого горючего в среде окислителя. Горение углеродной частицы в потоке окислителя.</p>	25	20	6	14	5	20	20	15	15	<p>Контроль посещаемости, Отчет по практическому заданию</p>
---	---	---	----	----	---	----	---	----	----	----	----	--

3	5	<p>Раздел 6. Равновесие термодинамических систем при наличии фазовых и химических превращений. А) Направление протекания процессов и термодинамические условия равновесия. Критерии равновесия и самопроизвольности процессов. Виды равновесия. Механическая интерпретация. Б) Фазовое равновесие. Правило фаз Гиббса. В) Химическое равновесие. Общие условия химического равновесия. Эквивалентная химическая формула термодинамической системы. Определение температуры ТДС при $P, T = \text{const}$. Определение температуры ТДС при условии химического равновесия.</p>	26	18	6	12	8	20	20	15	20	Отчет по практическому заданию, Вопросы к зачету
Всего за 5 семестр			108	68	34	34	40	100	100	100	100	
Всего по дисциплине			108	68	34	34	40	100	100	100	100	