

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**КАФЕДРА ФИЗИКИ НЕРАВНОВЕСНЫХ ПРОЦЕССОВ МЕТРОЛОГИИ И  
ЭКОЛОГИИ им. И.Л. ПОВХА**

**УТВЕРЖДАЮ:**

проректор по научно-методической  
и учебной работе

Е.И. Скафа



«22» апреля 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Теория горения и взрыва»**

название учебной дисциплины

Направление подготовки: 16.04.01 Техническая физика

Магистерская программа: -

Образовательная программа: академическая магистратура

Квалификация: магистр

Форма обучения: очная, заочная

Донецк 2020

**УТВЕРЖДАЮ:**

И.о. декана физико-технического  
факультета

С.А. Фоменко  
подпись

«17» апреля 2020 г.

МП

Программа учебной дисциплины «Теория горения и взрыва»

название дисциплины

составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования направления подготовки 16.04.01 Техническая физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «21» ноября 2014 г. № 1486;

на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики (ГОС ВПО ДНР) направления подготовки 16.04.01 Техническая физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР от «16» мая 2019 г. №640;

Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР № 1171 от «10» ноября 2017 г.;

учебного плана и основной образовательной программы магистратуры, направления подготовки 16.04.01 Техническая физика, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

Профессор кафедры физики неравновесных процессов, метрологии и экологии им. И.Л. Повха

Ф.В. Недопекин

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры физики неравновесных процессов, метрологии и экологии им. И.Л. Повха

Протокол № 17 от «02» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой

В.В. Белоусов

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией физико-технического факультета

Протокол № 5 от «15» апреля 2020 г.

Председатель учебно-методической  
комиссии физико-технического факультета

В.Н. Котенко

## 1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина «Теория горения и взрыва» является частью учебного плана по подготовке студентов-магистров по специальности «Техническая физика».

Основу данной дисциплины включают знания по дисциплинам, которые были получены студентом ранее в университете такие как: «Высшая математика», «Физика», и «Химия». В ходе обучения дисциплине теория горения и взрыва формируются знания о закономерностях процессов горения и взрыва, являющихся неотъемлемой частью различных форм деятельности человек, а также теоретическое представление об основах прогнозирования условий образования горючих и взрывоопасных систем, определения параметров инициирования горения и взрыва и оценки возможности перехода горения в детонацию.

Учебно-методические материалы разработаны в соответствии с требованиями Государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования и Основных образовательных программ по направлениям подготовки 16.04.01 «Техническая физика».

## 2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	16.04.01 «Техническая физика»	
Магистерская программа	Современные проблемы турбулентных течений и тепломассопереноса в технических приложениях	
Образовательная программа	академическая магистратура	
Квалификация	магистр	
Количество содержательных модулей	3(9)	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	Дисциплина вариативной части	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	Зачет в 2 семестре	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	3	3
Год подготовки	2	2
Семестр	2	2
Количество часов	108	108
- лекционных	14	2
- практических, семинарских	14	4
- лабораторных	14	2
- самостоятельной работы	66	100
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов,		
в т.ч. аудиторных	42	8



### 3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Цели и задачи

**Цель изучения дисциплины:** формирование знаний, а также представления о теоретических основах прогнозирования условий образования горючих и взрывоопасных систем, определения параметров инициирования горения и взрыва и оценки возможности перехода горения в детонацию. Необходимо в курсе преподавания дисциплины научить анализировать потенциальную взрывоопасность смесей горючего с окислителем, определять термодинамические параметры горения и взрыва; обучить методам расчета давления в ударных волнах и прогнозирования разрушающего действия взрыва.

#### **Основные задачи дисциплины:**

- ознакомление с теориями теплового и цепного взрыва, зажигания и распространения пламени, детонации и ударных волн;
- изучение условий возникновения и распространения горения, условий перехода горения во взрыв, параметров горения газов, жидкостей и твердых горючих материалов;
- овладение методами расчета объема и состава продуктов горения, теплоты и температуры горения, основных показателей пожарной опасности.

**Требования к результатам освоения дисциплины.** Процесс изучения дисциплины «Теория горения и взрыва» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО РФ направления подготовки 16.04.01 Техническая физика и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 16.04.01 Техническая физика (магистерская программа: Современные проблемы турбулентных течений и тепломассопереноса в технических приложениях):

**-общекультурных (ОК):** способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-2); готовностью к активному общению в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности, способностью свободно пользоваться государственным и иностранным языками как средством делового общения (ОК-3); способностью к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ и управлению коллективом, готовностью оценивать качество результатов деятельности (ОК-4); готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-5); способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК-6).

**-общепрофессиональных (ОПК):** способностью к профессиональной эксплуатации современного научного и технологического оборудования и приборов (в соответствии с целями программы магистратуры) (ОПК-1); способностью демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук (ОПК-2); способностью осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов и методов к решению профессиональных задач, готовность к профессиональному росту (ОПК-5).

**- профессиональных (ПК):** применению физических методов теоретического и экспериментального исследования, методов математического анализа и моделирования для создания инновационных принципов, постановок задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий (ПК-1);

критическому анализу современных проблем технической физики, постановке задачи и разработки программы исследования, выбору адекватных способов и методов решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретации, представлению и применению полученных результатов (ПК-5);

самостоятельному выполнению физико-технических научных исследований для оптимизации параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств (ПК-6);

освоению и применению современных физико-математических методов и методов искусственного интеллекта для решения профессиональных задач, составлению практических рекомендаций по использованию полученных результатов (ПК-7);

представлению результатов исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и презентаций (ПК-8).

В результате изучения дисциплины студент должен

**знать:**

- основные понятия процессов горения и взрыва;
- механизмы распространения пламени;
- основы процесса горения с позиций физических и химических законов;
- основные виды пламени;
- критические условия возникновения, развития и прекращения процессов непроизвольного горения;
- состав и свойства горючих веществ;
- особенности влияния различных факторов на скорость процессов горения;
- о закономерностях возникновения и развития техногенных взрывов;
- об особенностях детонационных взрывов в конденсированных взрывчатых веществах;
- о различных методах прекращения процесса горения.

**уметь:**

- рассчитывать материальный и тепловой балансы процессов горения и температуру горения;
- определять скорость распространения горения;
- рассчитывать и экспериментально определять критические основные показатели пожарной опасности веществ и материалов;
- оценивать возможность и условия перехода горения во взрыв;
- рассчитывать термодинамические параметры горения и взрыва,
- рассчитывать параметры ударных волн;
- рассчитывать параметры детонации.

**владеть:**

- методами анализа и прогноза возможного возникновения и развития процессов горения и взрыва;
- методами выбора оптимального способа прекращения процессов непроизвольного горения в рамках профессиональной деятельности.

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
	<i>Содержательный модуль 1</i> <b>Процессы горения и взрыва</b>

<b>Тема 1.</b> Теория горения и взрыва как наука	Введение. Возникновение и историческое место науки горения среди других наук. Фундаментальные понятия теории горения. Основные понятия и определения дисциплины «Теория горения и взрыва».
<b>Тема 2.</b> Термодинамика процессов горения	Классификация объектов по пожарной опасности. Равновесия при высокой температуре. Процессы расширения. Методы вычисления термодинамических параметров продуктов.
<b>Тема 3.</b> Химическая кинетика горения.	Основы химической кинетики. Кинетика некоторых реакций окисления.
<b>Тема 4.</b> Распространения пламени в газах.	Механика реагирующих сред. Пламена в нетурбулентных взрывчатых газах. Пламя в турбулентном потоке газа. Диффузионные пламена.
	<b>Содержательный модуль 2</b> <b>Виды пламени</b>
<b>Тема 5.</b> Виды пламени и скорости распространения при горении газов.	Горение газовоздушных и паровоздушных смесей. Горение диффузионное и кинетическое. Структура пламени, стационарные и нестационарные пламена. Теории распространения пламени: диффузионная и тепловая. Форма фронта пламени и понятие о нормальной скорости горения. Характерные режимы нормального горения. Определение высоты пламени.
<b>Тема 6.</b> Горение жидких топлив.	Основные особенности горения жидкого топлива. Диффузионное горение капли жидкого топлива. Опытные данные по горению капель жидкого топлива. Испарение капель топлива.
<b>Тема 7.</b> Горение твердых топлив.	Свойства твердых топлив и продуктов сгорания. Соприкосновения между топливом и воздухом. Механизмы окисления. Воспламенение. Процессы горения. Истечение газов.
<b>Тема 8.</b> Горение твердых ракетных топлив	Общие характеристики твердых ракетных топлив. Термическое разложение компонентов ракетного топлива. Скорость горения ракетных топлив. Теория горения твердых ракетных топлив. Механизм горения составных твердых ракетных топлив. Воспламенение твердых ракетных топлив.
	<b>Содержательный модуль 3</b> <b>Детонация</b>
<b>Тема 9.</b> Детонация в газах, жидкостях и твердых веществах.	Экспериментальные методы исследования детонации. Физико-химическое рассмотрение процессов детонации в газах, жидкостях и твердых веществах. Предельные условия устойчивой детонации. Развитие методов физико-химических исследований процессов детонации.

## Тематический план

Содержательный модуль 1												
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов											
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения					
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
<b>Тема 1.</b> Теория горения и взрыва как наука	16	2	2	2	10		14	1	1	1	11	
<b>Тема 2.</b> Термодинамика процессов горения	13	2	2	2	7		14	1	1	1	11	
<b>Тема 3.</b> Химическая кинетика горения.	13	2	2	2	7		12		1		11	
<b>Тема 4.</b> Распространения пламени в газах.	13	2	2	2	7		12		1		11	
<b>Итого по содержательному модулю 1</b>	55	8	8	8	31		52	2	4	2	44	

Содержательный модуль 2												
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов											
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения					
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
<b>Тема 5.</b> Виды пламени и скорости распространения при горении газов.	16	2	2	2	10						11	
<b>Тема 6.</b> Горение жидких топлив.	13	2	2	2	7						11	
<b>Тема 7.</b> Горение твердых топлив.	13	2	2	2	7						11	
<b>Тема 8.</b> Горение твердых ракетных топлив	13	2	2	2	7						11	

<b>Итого по содержательному модулю 2</b>	55	8	8	8	31		44				44	
--	----	---	---	---	----	--	----	--	--	--	----	--

<b>Содержательный модуль 3</b>												
<b>Названия содержательных модулей и тем</b>	<b>Количество часов</b>											
	<b>Очная форма обучения</b>						<b>Заочная форма обучения</b>					
	<b>всего</b>	<b>в т.ч.</b>					<b>всего</b>	<b>в т.ч.</b>				
		<b>лекции</b>	<b>практические</b>	<b>лабораторные</b>	<b>самостоятель- ная работа</b>	<b>индивидуаль- ная работа</b>		<b>лекции</b>	<b>практические</b>	<b>лабораторные</b>	<b>самостоятель- ная работа</b>	<b>индивидуаль- ная работа</b>
<b>Тема 9. Теория горения и взрыва как наука</b>	13	2	2	2	7						12	
<b>Итого по содержательному модулю 3</b>	13	2	2	2	7		12				12	
<b>Всего по содержательному модулю</b>	108	14	14	14	66		108	2	4	2	100	

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

### Темы лекционных занятий

<b>№ п/п</b>	<b>Название темы</b>	<b>Количество часов</b>
1	Возникновение и историческое место науки горения среди других наук. Фундаментальные понятия теории горения. Основные понятия и определения дисциплины «Теория горения и взрыва».	2
2	Классификация объектов по пожарной опасности. Равновесия при высокой температуре. Процессы расширения. Методы вычисления термодинамических параметров продуктов.	2
3	Основы химической кинетики. Кинетика некоторых реакций окисления.	2
4	Механика реагирующих сред. Пламена в нетурбулентных взрывчатых газах. Пламя в турбулентном потоке газа. Диффузионные пламена.	2
5	Основные особенности горения жидкого топлива. Диффузионное горение капли жидкого топлива. Опытные данные по горению капель жидкого топлива. Испарение капель топлива.	2
6	Свойства твердых топлив и продуктов сгорания. Соприкосновения	2



	между топливом и воздухом. Механизмы окисления. Воспламенение. Процессы горения. Истечение газов.	
7	Общие характеристики твердых ракетных топлив. Термическое разложение компонентов ракетного топлива. Скорость горения ракетных топлив. Теория горения твердых ракетных топлив. Механизм горения составных твердых ракетных топлив. Воспламенение твердых ракетных топлив.	2
	<b>ВСЕГО</b>	<b>14 часов</b>

### Темы практических занятий

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Составление уравнений горения.	1
2	Решение задач на определение необходимого расхода воздуха, объема и состава продуктов горения индивидуальных газообразных веществ.	1
3	Особенности определения необходимого расхода воздуха, объема и состава продуктов горения индивидуальных химических соединений. Решение задач.	1
4	Концентрационные пределы распространения пламени. Алгоритм расчета концентрационных пределов распространения пламени. Решение задач.	1
5	Решение задач на определение необходимого расхода воздуха, объема и состава продуктов горения газовых смесей.	2
6	Определение температуры горения сложных соединений на примере ископаемого топлива. Решение задач.	2
7	Алгоритм расчета температуры горения. Решение задач по определению температуры горения индивидуальных соединений.	2
8	Характеристики смесей химических соединений. Алгоритм расчета расхода воздуха и определения продуктов горения смесей химических соединений.	2
9	Расчет показателей пожаровзрывоопасностей заданных веществ и материалов, а также оценить степень опасности для конкретных условий производства.	2
	<b>ВСЕГО</b>	<b>14 часов</b>

### Темы лабораторных занятий

<b>№ п/п</b>	<b>Название темы</b>	<b>Количество часов</b>
1	Построение схемы установки устройств взрывозащиты.	1
2	Определение скорости распространения огня при горении в зависимости от расположения элемента конструкции (образца) и влияние противопожарной обработки древесины на ее огнестойкость.	1
3	Расчет основных характеристик взрывоопасных смесей.	1
4	Определение количества и мест установки первичных преобразователей информации (датчиков) систем взрывопредупреждения в производственных помещениях.	1
5	Получение пирофорных форм железа, кобальта и никеля и исследование их свойств.	2
6	Синтез и исследование свойств цветного стекла.	2
7	Изучить методику экспериментального определения температуры вспышки и температуры воспламенения горючих жидкостей в открытом тигле.	2
8	Экспериментальное определение скорости распространения огня при горении горючих и легковоспламеняющихся жидкостей (ГЖ и ЛВЖ).	2
9	Определение адсорбционной активности по метиленовому синему.	2
	<b>ВСЕГО</b>	<b>14 часов</b>

## 6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

**Организация самостоятельной работы студентов**  
(соответственно данным в таблице тематического плана)

<b>№ п/п</b>	<b>Название темы</b>	<b>Количество часов</b>
1	История возникновения и достижения науки в области изучения огня.	10
2	Классификации пожаров и взрывов.	7
3	Основные проблемы горения.	7
4	Определение равновесного состава и термодинамических свойств продуктов сгорания.	7
5	Отклонения от идеального газа.	7
6	Классификация процессов истечения.	7
7	Термодинамические соотношения для процессов истечения.	7
8	Влияние неравновесности.	7
9	Двухфазный поток.	7
	<b>ВСЕГО</b>	<b>66 часов</b>

## 7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. История возникновения и достижения науки в области изучения огня.
2. Классификации пожаров и взрывов.
3. Основные проблемы горения.
4. Определение равновесного состава и термодинамических свойств продуктов сгорания.
5. Отклонения от идеального газа.
6. Классификация процессов истечения.
7. Термодинамические соотношения для процессов истечения.
8. Влияние неравновесности.
9. Двухфазный поток.
10. Расчет равновесного состава.
11. Вычисление термодинамических параметров при равновесии.
12. Оценка характеристических параметров систем горючее-окислитель.
13. Порядок одновременно протекающих реакций.
14. Температура и скорость химических реакций.
15. Механизмы цепных реакций.
16. Разветвляющиеся цепи и взрывы.
17. Адсорбция.
18. Десорбция.
19. Кинетика химических реакций на поверхности.
20. Быстрые реакции: введение.
21. Скорости быстрых реакций.
22. Реакция водорода с кислородом.
23. Окисление парафиновых углеводородов.
24. Специальное решение уравнений одномерного стационарного распространения пламени.
25. Искривленные фронты пламени.
26. Принципы стабилизации фронта пламени в газовых потоках.
27. Распространение пламени в трубах.
28. Тепловая модель зоны горения. Избыток энтальпии.
29. Принцип воспламенения.
30. Феноменологическое описание турбулентных пламени.
31. Работа Дамкёлера.
32. Работа Щелкина.
33. Ламинарные диффузионные пламена.
34. Свойства твердых топлив и продуктов сгорания.
35. Условия, при которых детонация затухает или не возникает.
36. Общие характеристики твердых ракетных топлив.
37. Механизм активирования и распространения детонации.
38. Измерение скорости детонации.
39. Температуры детонации.
40. Основные параметры детонации.

## 8. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

### ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет физико-технический

Направление подготовки: **16.04.01 Техническая физика**  
 Магистерская программа: **Современные проблемы турбулентных течений и теплопереноса в технических приложениях**  
 Программа подготовки: **академическая магистратура**  
 Семестр: **2**  
 Учебная дисциплина: **Теория горения и взрыва**

### МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ВАРИАНТ №1

1. Механизмы цепных реакций.
2. Разветвляющиеся цепи и взрывы.
3. Адсорбция.

Утверждено на заседании кафедры \_\_\_\_\_,  
 протокол № \_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
 Преподаватель \_\_\_\_\_

### Критерии оценивания модульного контроля

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
1	20
2	20
3	10
<b>Всего</b>	<b>50 баллов</b>

## 9. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

### *Теоретические вопросы к экзамену*

1. История возникновения и достижения науки в области изучения огня.
2. Классификации пожаров и взрывов.
3. Основные проблемы горения.
4. Определение равновесного состава и термодинамических свойств продуктов сгорания.
5. Отклонения от идеального газа.
6. Классификация процессов истечения.
7. Термодинамические соотношения для процессов истечения.
8. Влияние неравновесности.
9. Двухфазный поток.

10. Расчет равновесного состава.
11. Вычисление термодинамических параметров при равновесии.
12. Оценка характеристических параметров систем горючее-окислитель.
13. Порядок одновременно протекающих реакций.
14. Температура и скорость химических реакций.
15. Механизмы цепных реакций.
16. Разветвляющиеся цепи и взрывы.
17. Адсорбция.
18. Десорбция.
19. Кинетика химических реакций на поверхности.
20. Быстрые реакции: введение.
21. Скорости быстрых реакций.
22. Реакция водорода с кислородом.
23. Окисление парафиновых углеводородов.
24. Специальное решение уравнений одномерного стационарного распространения пламени.
25. Искривленные фронты пламени.
26. Принципы стабилизации фронта пламени в газовых потоках.
27. Распространение пламени в трубах.
28. Тепловая модель зоны горения. Избыток энтальпии.
29. Принцип воспламенения.
30. Феноменологическое описание турбулентных пламени.
31. Работа Дамкёлера.
32. Работа Щелкина.
33. Ламинарные диффузионные пламена.
34. Свойства твердых топлив и продуктов сгорания.
35. Условия, при которых детонация затухает или не возникает.
36. Общие характеристики твердых ракетных топлив.
37. Механизм активирования и распространения детонации.
38. Измерение скорости детонации.
39. Температуры детонации.
40. Основные параметры детонации.

## ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет физико-технический

<i>Направление подготовки:</i>	<b>16.04.01 Техническая физика</b>
<i>Магистерская программа:</i>	<b>Современные проблемы турбулентных течений и теплопереноса в технических приложениях</b>
<i>Программа подготовки:</i>	<b>академическая магистратура</b>
<i>Семестр</i>	<b>2</b>
<i>Учебная дисциплина</i>	<b>Теория горения и взрыва</b>

### БИЛЕТ №1

1. Основные проблемы горения.
2. Определение равновесного состава и термодинамических свойств продуктов сгорания.
3. Отклонения от идеального газа.

Утверждено на заседании кафедры \_\_\_\_\_,  
 протокол № \_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой  
Преподаватель

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### Критерии оценивания модульного контроля

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
1	30
2	30
3	40
<b>Всего</b>	<b>100 баллов</b>

## 10. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

*Распределение баллов, которые могут получить студенты  
в процессе изучения дисциплины*

Организационно учебная работа студента	СРС			Всего
	Индивидуальная работа	Модульный контроль	Индивидуальная творческая работа	
Мах <u>10</u> баллов	маx <u>10</u> баллов	маx <u>50</u> баллов	маx <u>20</u> баллов	100 баллов
			разработка доклада на студенческую научную конференцию	

### Шкала соответствия баллов национальной шкале

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
<b>A</b>	90-100	5 (отлично)	зачтено
<b>B</b>	80-89	4 (хорошо)	зачтено
<b>C</b>	75-79	4 (хорошо)	зачтено
<b>D</b>	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>E</b>	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>FX</b>	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
<b>F</b>	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

## 11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА



Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой и доской.

Лабораторные занятия проводятся в учебных лабораториях кафедры ФНПМЭ им. И.Л. Повха, оборудованных лабораторными установками, учебными стендами, столами, доской.

## 12. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
<i>Основная литература</i>			
1.	Белоусов, В. В. Теория горения и тепловые установки : учеб. пособие / В. В. Белоусов ; Донецкий нац. ун-т. - Донецк : Юго-Восток, 2004. - 120 с.	1	
2.	Диффузионные процессы в стационарных газовых потоках : [учеб. пособие] / Недопекин Ф., Коваленко А., Соколов В. и др. ; Восточноукр. нац. ун-т им. В. Даля ; Донец. нац. ун-т. - Изд. 2-е. - Луганск : Изд-во Восточноукр. нац. ун-та им. В. Даля, 2007. - 222 с.	3	
3.	Недопекин, Ф. В. Феноменологическая и статистическая теория неравновесных процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ф. В. Недопекин, А. Б. Ступин ; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет", Кафедра ФНПМЭ. - Донецк: ДонНУ, 2006. - Электронные данные (1 файл).		1
4.	Недопекин, Ф. В. Физико-химическая гидродинамика : Учеб. пособие для студентов по специализации "Физика неравновес. процессов" / Ф. В. Недопекин ; Донец. нац. ун-т. - Донецк : УкрНТЭК, 2002. - 106 с.	6	
<i>Дополнительная литература</i>			
5.	Теоретические и прикладные аспекты диффузии : учебное пособие / Ф. В. Недопекин, А. А. Коваленко, А. Б. Бирюков, П. А. Гнитиев ; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет" ; ГОУ ВПО "Луганский национальный университет имени В. Даля" ; ГОУ ВПО "Донецкий национальный технический университет". - Донецк: ДонНУ, 2017. - 326 с.	1	
6.	Фейнман, Р. Ф. Фейнмановские лекции по физике : Пер. с англ. [Вып.] 4: Кинетика. Теплота. Звук / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс ; Под ред. Я. А. Смородинского ; Пер. с англ. А. В. Ефремова и др. - 4-е изд. - М. : УРСС, 2004. - 240 с.	1	
7.	Проблемы экологии и техногенно-экологической безопасности : посвящается 100-летию со дня рожд. чл.-корр. НАН Украины И. Л. Повха / [А. Б. Ступин и др. ; под общ. ред. А. Б. Ступина] ; Донецкий нац. ун-т. - Донецк : ДонНУ, 2010. - 503 с.	2	

8.	Черногор, Л. Ф. Космос, земля, человек: актуальные проблемы / Л. Ф. Черногор ; Харьковский нац. ун-т им. В. Н. Каразина. - Харьков : Изд-во ХНУ им. В. Н. Каразина, 2010. - 189 с.	1	
----	--	---	--

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры  
с изменениями (без изменений) на 20\_\_\_\_ год.

Протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Заведующий. кафедрой \_\_\_\_\_