

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 18 » февраля 20 21 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** \_\_\_\_\_ Химическая физика энергонасыщенных материалов  
(наименование)

**Форма обучения:** \_\_\_\_\_ очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** \_\_\_\_\_ специалитет  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_ 360 (10)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** \_\_\_\_\_ 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных  
материалов и изделий  
(код и наименование направления)

**Направленность:** \_\_\_\_\_ Химическая технология полимерных композиций, порохов и  
твёрдых ракетных топлив  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Изучение физико-химических и энергомассовых характеристик основных рецептур ЭКМ и их компонентов; основных физико-химических процессов, протекающих при изготовлении, хранении, эксплуатации; механизмов термического разложения, всех форм и видов горения и детонации энергонасыщенных материалов, методов ингибирования и катализа самоускоряющихся реакции. Формирование знаний, умений и навыков теоретически рассчитывать и экспериментально определять термодинамические, термостойкостные и взрывчатые характеристики ЭКМ. Формирование навыков комплексной оценки физико-химических и специальных свойств ЭКМ.

В процессе изучения дисциплины студент осваивает:

- способность исследовать физико-химические, взрывчатые и физико-механические свойства ЭКМ;
- способность проводить стандартные и сертификационные испытания ЭКМ, полимерных композиционных материалов и изделий на их основе.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Основные виды ЭКМ. Их основные свойства и качества:

- физико-химические, энергетические и взрывчатые характеристики;
- процессы, протекающие при изготовлении, хранении, эксплуатации и взрывном превращении;
- методы, способы и приборы для комплексной оценки физико-химических и специальных свойств.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.5	ИД-1ПК-1.5	Знание основных эксплуатационных свойств и характеристик, предъявляемых к ЭКМ и изделиям на их основе; а также требуемый уровень величин для обеспечения работоспособности и безопасности.	Знает химические, физико-химические, физико-механические, энергетические свойства компонентов порохов и твердых ракетных топлив	Экзамен
ПК-1.5	ИД-2ПК-1.5	Умение выполнять прогнозные оценки продолжительности сохранения работоспособности ЭКМ.	Умеет определять и рассчитывать характеристики энергонасыщенных компонентов порохов и твердых ракетных топлив	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.5	ИД-3ПК-1.5	Владение приемами оценки физико-химических и специальных свойств ЭКМ.	Владеет навыками оценки химических, физико-химических и специальных свойств энергонасыщенных компонентов порохов и твердых ракетных топлив	Экзамен
ПК-1.6	ИД-1ПК-1.6	Знание свойств и характеристики, необходимые для компоновки ЭКМ с требуемыми эксплуатационными показателями	Знает характеристики порохов, твердых ракетных топлив, полимерных композиционных материалов	Экзамен
ПК-1.6	ИД-2ПК-1.6	Умение теоретически рассчитывать и экспериментально определять термодинамические, энергомассовые, взрывчатые характеристики ЭКМ	Умеет проводить испытания порохов, твердых ракетных топлив, полимерных композиционных материалов и изделий из них	Экзамен
ПК-1.6	ИД-3ПК-1.6	владение приемами организации испытаний для оценки детонационных, энергомассовых и специальных свойств ЭКМ и целью обеспечения безопасных режимов переработки, хранения и эксплуатации.	Владеет навыками проведения исследований при определении характеристик порохов, твердых ракетных топлив, полимерных композиционных материалов и изделий	Экзамен

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		9	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	134	134	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	44	44	
- лабораторные работы (ЛР)	36	36	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	50	50	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	190	190	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)	18	18	
Общая трудоемкость дисциплины	360	360	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
9-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Понятие стабильности ЭКМ во времени. Прогнозные оценки продолжительности сохранения работоспособности. Способы обеспечения и подтверждения ГСХ.	12	16	18	50
Тема 1. Процессы, развивающиеся в ЭКМ при тепловом старении. Принципы выбора критериев старения ЭКМ. Термостабильность. Стабилизаторы химической стойкости. Гарантийный срок хранения. Скорость химической реакции. Химическое равновесие. Тема 2. Основные положения методики прогноза. Принцип температурно-временной эквивалентности. Зависимость Аррениуса. Понятие энергии активации. Понятие эквивалентной температуры. Расчёт эквивалентной продолжительности форсированного старения. Тема 3. Организация ускоренных экспериментов. Особенности старения гомогенных и гетерогенных ЭКМ. Способы математической обработки результатов. Способы подтверждения сохранения работоспособности изделий на основе ЭКМ в течение ГСХ в требуемых температурно-климатических условиях хранения и эксплуатации. Тема 4. Массообменные процессы в многослойных полимерных системах. Факторы, влияющие на диффузию компонентов полимерной системы. Методы её предупреждения. Прогнозирование ГСХ изделий, лимитированных массообменными процессами.				
Термохимия ЭКМ	4	10	4	40
Тема 5. Чувствительность ЭКМ к тепловому импульсу. Тепловой и огневой начальный импульс. Температуры начала разложения ЭКМ, критические условия теплового самовоспламенения, температура вспышки. Тема 6. Методы термического и физико-химического анализа. Дифференциально-термический, манометрический, термографический, термогравиметический, дериватографический анализы; дифференциально-сканирующая калориметрия (ДСК).				
Взрывное химическое превращение. Условия химического взрыва.	10	0	12	35
Тема 7. Формы взрывного превращения. Термическое разложение. Горение: нормальное, послонное, объёмное, фильтрационное, конвективное, взрывное. Дефлаграция.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Низкоскоростная и нормальная (устойчивая) детонация. Скорости процессов. Закон скорости горения. Барический коэффициент. Тема 8. Показатели взрывоопасности. Стандартизованные методы оценки чувствительности к механическим воздействиям. Условия воспламенения при механических воздействиях. Стадии взрыва. Принцип Ю. Б. Харитона. Тема 9. Чувствительность ЭКМ к электрическому разряду. Стандартизованные методы оценки чувствительности к электрической искре. Минимальная энергия зажигания. Электрофизические свойства материалов. Меры защиты от накопления статического электричества.				
Чувствительность ЭКМ к ударно-волновому воздействию. Тротильовый эквивалент. Эксплуатационная безопасность изделий из ЭКМ.	10	0	12	35
Тема 10. Восприимчивость ЭКМ к детонации. Условия перехода горения во взрыв и детонацию. Критический диаметр детонации. Критическое давление возбуждения детонации. Возбуждение взрывных процессов в ЭКМ, заключенных в оболочки. Тема 11. Воздействие взрыва на окружающую среду. Ударные и детонационные волны. Формула М. А. Садовского. Показатели эксплуатационной безопасности ЭКМ и изделий на их основе.				
Тепловая теория воспламенения ЭКМ.	8	10	4	30
Тема 12. Режимы теплового равновесия и теплового взрыва. Автокатализ. Самовоспламенение и зажигание – два режима теплового возгорания ЭКМ. Тема 13. Постановка и решения тепловых задач. Частные решения тепловых задач с помощью теории подобия. Критерии Семёнова и Франк-Каменецкого, индукционный период воспламенения. Методы численного математического моделирования. Краевые условия.				
ИТОГО по 9-му семестру	44	36	50	190
ИТОГО по дисциплине	44	36	50	190

#### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
--------	--

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование темы практического (семинарского) занятия</b>
1	Анализ факторов, влияющих на продолжительность сохранения работоспособности гомогенных ЭКМ в составе изделий в различных температурных условиях эксплуатации.
2	Обоснованный выбор критериев потери работоспособности (старения) гетерогенными ЭКМ в составе изделий в зависимости от их размеров, формы, наличия и видов бронирующих покрытий, параметров переработки.
3	Построение ряда чувствительности различных видов ЭКМ в тепловому импульсу, механическим воздействующим факторам.
4	Анализ влияния различных уровней влажности среды на эксплуатационные свойства гетерогенные ЭКМ.
5	Поставка тепловой задачи для получения однозначного решения для системы ЭКМ, то есть материалов с внутренними источниками тепла.
6	Прогнозирование ГСХ ЭКМ, лимитированных диффузионными процессами, через параметр константы скорости массопереноса
7	Анализ величин скоростей процессов, относящихся к взрывчатому превращению.
8	Расчёт условного тротилового эквивалента по уровням разрушений
9	Анализ механизма и условий перехода горения конденсированных ЭКМ в детонацию
10	Показатель степени опасности к искровому разряду. Анализ факторов, зависящих на способность к электризации.

#### Тематика примерных лабораторных работ

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование темы лабораторной работы</b>
1	Расчёт эквивалентных температур хранения и эксплуатации ЭКМ. Исследование влияния факторов, влияющих на величину эквивалентных температур.
2	Расчёт кинетических параметров скорости термического разложения ЭКМ по результатам манометрических испытаний.
3	Расчёт энергии активации процесса потери термостабильности по результатам экспериментов по ускоренному тепловому старению.
4	Расчёт индукционного периода термостабильности расчётно-экспериментальным методом. Исследование влияния различных факторов на термостабильность.
5	Назначение режимов УКИ в подтверждение сохранения работоспособности изделиями на основе ЭКМ в течение ГСХ.
6	Определение критических параметров теплового взрыва.

#### Тематика примерных курсовых проектов/работ

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование темы курсовых проектов/работ</b>
1	Расчёт термостабильности шашки из ЭКМ баллиститного типа при её хранении и эксплуатации в наиболее теплонапряжённых регионах территории РФ и Земного Шара.
2	Расчёт характеристик взрывного превращения смеси двух ЭКМ в различных соотношениях.

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Рогов Н.Г. Физико-химические свойства порохов и твердых ракетных топлив : учебное пособие для вузов / Н.Г. Рогов, Ю.А. Груздев. - СПб: Изд-во СПбГТУ, 2005.	37
2	Талин Д. Д. Прогнозирование сроков служебной пригодности зарядов из порохов и твердых ракетных топлив : учебное пособие / Д. Д. Талин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2006.	31



3	Талин Д. Д. Физико-химические свойства взрывчатых веществ, порохов и твердых ракетных топлив : учебное пособие / Д. Д. Талин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2007.	50
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Горст А. Г. Пороха и взрывчатые вещества : учебник для вузов / А. Г. Горст. - Москва: Машиностроение, 1972.	23
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Физика горения и взрыва : научно-теоретический журнал / Российская академия наук. Сибирское отделение; Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева; Институт химической кинетики и горения; Институт теоретической и прикладной механики. - Новосибирск: СО РАН, 1965 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
1	Талин Д. Д. Вычислительный эксперимент в химической физике энергонасыщенных материалов : учебное пособие / Д. Д. Талин. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2019.	5
2	Талин Д. Д. Химическая физика энергонасыщенных материалов : учебное пособие / Д. Д. Талин. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2018.	5
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
1	Косточко А. В. Пороха, ракетные твёрдые топлива и их свойства : учебное пособие / А. В. Косточко, Б. М. Казбан. - Москва: ИНФРА-М, 2018.	10

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Талин Д. Д. Вычислительный эксперимент в химической физике энергонасыщенных материалов : учебное пособие / Д. Д. Талин. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2019.	<a href="https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=4658">https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=4658</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Талин Д. Д. Прогнозирование сроков служебной пригодности зарядов из порохов и твердых ракетных топлив : учебное пособие / Д. Д. Талин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2006.	<a href="https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=2983">https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=2983</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Талин Д. Д. Физико-химические свойства взрывчатых веществ, порохов и твердых ракетных топлив : учебное пособие / Д. Д. Талин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2007.	<a href="https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=576">https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=576</a>	сеть Интернет; свободный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Косточко, А. В. Пороха, ракетные твердые топлива и их свойства. Физико-химические свойства порохов и ракетных твердых топлив : учебное пособие / А. В. Косточко, Б. М. Казбан. - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	<a href="https://elib.pstu.ru/vufind/Record/iprbooks62239">https://elib.pstu.ru/vufind/Record/iprbooks62239</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

### 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.02.2022 )
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

### 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовая работа	ноутбук	1
Лабораторная работа	персональный компьютер	14
Лекция	ноутбук	1
Лекция	проектор	1
Лекция	экран	1

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Практическое занятие	ноутбук	1
Практическое занятие	проектор	1
Практическое занятие	экран	1

## **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
«Химическая физика энергонасыщенных материалов»  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление подготовки:</b>	18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	«Химическая технология полимерных композиций, порохов и твердых ракетных топлив»
<b>Квалификация выпускника:</b>	«Специалист»
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Технология полимерных материалов порохов
<b>Форма обучения:</b>	Очная

**Курс:** 5

**Семестр:** 9

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану:	10 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	360 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Экзамен: 9 семестр Курсовая работа: 9 семестр.

Пермь 2021

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### Объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (1-го семестра учебного плана) и разбито на 5 учебных разделов. Предусмотрены аудиторные лекционные и лабораторные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР	Т/КР	Курсовая работа	Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>3.1. Знать</b> основные эксплуатационные свойства и характеристики, предъявляемые к ЭКМ и изделиям на их основе; а также требуемый уровень величин для обеспечения работоспособности и безопасности		ТО	ОЛР1	КР1		ТВ
<b>3.2 знать</b> свойства и характеристики, необходимые для компоновки ЭКМ с требуемыми эксплуатационными показателями		ТО		КР2		ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
<b>У.1 уметь</b> выполнять прогнозные оценки продолжительности сохранения работоспособности ЭКМ.		ТО	ОЛР5		КурР	ПЗ
<b>У.2 уметь</b> теоретически рассчитывать и экспериментально определять термодинамические, энергомассовые, взрывчатые характеристики ЭКМ		ТО	ОЛР 2, 3, 4		КурР	ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>В.1 владеть</b> приемами организации испытаний для оценки детонационных, энергомассовых и специальных свойств ЭКМ и целью обеспечения безопасных режимов переработки, хранения и эксплуатации.		ТО	ОЛР6	КР3		КЗ
<b>В.2. владеть</b> приемами оценки физико-химических и специальных свойств ЭКМ.		ТО		КР4		КЗ

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); КурР – курсовая работа; ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ –*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является экзамен, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

### **2.2.1. Защита лабораторных работ**

Всего запланировано 6 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.2.2. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 4 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины.

КР предусмотрены по окончании соответственно разделов: «Понятие стабильности ЭКМ во времени. Прогнозные оценки продолжительности сохранения работоспособности. Способы обеспечения и подтверждения ГСХ», «Чувствительность ЭКМ к ударно-волновому воздействию. Тротильный эквивалент. Эксплуатационная безопасность изделий из ЭКМ. Электрфикация ЭКМ», «Тепловая теория воспламенения ЭКМ».

#### **Типовые задания первой КР:**

1. Основные положения методики прогноза изменения свойств ЭКМ во времени. Принцип температурно-временной эквивалентности.
2. Основные принципы расчётно-экспериментального метода оценки термостабильности.

#### **Типовые задания второй КР:**

1. Критерии старения гетерогенных ЭКМ. Определения процессов структурирования и деструкции полимерного связующего.
2. Понятие эквивалентной температуры. Показатели, влияющие на расчётную величину эквивалентной температуры; характер этого влияния.

#### **3. Типовые задания третьей КР:**

1. Принцип Ю. Б. Харитона. Механизм перехода горения в детонацию конденсированных ЭКМ.
2. Поршневой механизм возникновения детонации порошкообразных ЭКМ.

#### **Типовые задания четвёртой КР:**

1. Общий вид математического описания процесса термического разложения ЭКМ.
2. Самовоспламенение и зажигание – два режима теплового загорания изделий на основе ЭКМ.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

### **2.3.1. Курсовая работа**

#### **Типовые задания курсовых работ:**

1. Расчёт термостабильности шашки из ЭКМ баллистического типа при её хранении и эксплуатации в наиболее теплонапряжённых регионах территории РФ и других территорий.

2. Расчёт характеристик взрывного превращения смеси двух ЭКМ в различных соотношениях.

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ, защита курсовой работы и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3.2. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине**

#### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Процессы, протекающие в ЭКМ при старении. Критерий старения.
2. Понятие термостабильности гомогенных ЭКМ.
3. Стабилизаторы химической стойкости: определение, назначение. Антиоксиданты: какой процесс и каким образом ингибируется вводом в рецептуру антиоксидантов?
4. Виды миграционных процессов.
5. Характеристика процесса термического разложения ЭКМ; факторы, влияющие на его скорость.
6. Показатели эксплуатационной безопасности изделий на основе ЭКМ. Критерии подбора изделий-аналогов.

#### **Типовые вопросы и практические задания для контроля усвоенных умений:**

1. Расчёт показателя энергии соударения при стандартные параметры бросковых испытаний изделий на основе ЭКМ.
2. Частные решения задачи теплового самовоспламенения ЭКМ.
3. Назначение режимов ускоренных климатических испытаний изделий ЭКМ в подтверждение сохранения работоспособности.

#### **Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Основные принципы организации экспериментов по ускоренному тепловому старению образцов ЭКМ.
2. Экспериментальная оценка стойкости ЭКМ к тепловому импульсу.
3. Экспериментальные методы оценки чувствительности ЭКМ к механическим воздействиям.

### **2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня



сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.