

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева"

"УТВЕРЖДЕНО"

на заседании Учёного совета.

Протокол № 1 от 29 августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

"Физика и химия целлюлозы и нитроцеллюлозы"

Специальность 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных
материалов и изделий"

Специализация "Химическая технология полимерных композиций,
порохов и твердых ракетных топлив"

Квалификация "Инженер"

Москва 2024 г.

Программа составлена:

заведующим кафедрой химии и технологии высокомолекулярных соединений, д.т.н., профессором В.А. Петровым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д.И. Менделеева 18 июня 2024 г., протокол № 15.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий", специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов и твёрдых ракетных топлив" (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина "Физика и химия целлюлозы и нитроцеллюлозы" относится к дисциплинам специализации обязательной части учебного плана (Б1.В.04). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физики, математики, общей и неорганической, органической, аналитической химии, физической химии, поверхностных явлений и дисперсных систем, физика и химия полимеров, а также по специальной дисциплине "Энергонасыщенные материалы: виды, свойства, применение". Полученные в процессе изучения дисциплины «Физика и химия целлюлозы и нитроцеллюлозы» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе специалиста и при выполнении выпускной квалификационной работы.

Цель дисциплины – состоит в изучении основных физико-химических свойств целлюлозы и нитроцеллюлозы как основы порохов и их взаимосвязи с их химическим строением и структурой, способов модификации целлюлозы и синтеза нитратов целлюлозы, в том числе: с эксплуатационными свойствами этих полимеров в различных фазовых и релаксационных состояниях, влияние их на свойства порохов.

Задача дисциплины – состоит в формировании у обучающихся системных знаний в области физической химии и химии целлюлозы и нитратов целлюлозы, понимании перспективных направлений их модификации для повышения эффективности их переработки, представлений о способах синтеза и путей совершенствования нитратов целлюлозы. В результате изучения курса обучающийся должен приобрести навыки использования теоретических представлений для практического применения при целенаправленном синтезе и анализе нитратов целлюлозы с необходимым комплексом свойств.

Дисциплина «Физика и химия целлюлозы и нитроцеллюлозы» преподаётся в 7 семестре. Контроль успеваемости обучающихся ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения.

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Участие в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах (далее - НИОКР), направленных на совершенствование получения и использования энергонасыщенных материалов и изделий и изучение их свойств; Разработка программ, методик, технических средств для проведения исследований свойств существующих и новых энергонасыщенных материалов и изделий; Обработка и анализ результатов экспериментальных исследований, формулирование выводов, подготовка отчетов и публикаций о результатах исследований, защита интеллектуальной собственности; Участие во внедрении	Индивидуальные и смесевые энергонасыщенные материалы и изделия на их основе; расчетные методы прогнозирования энергетических характеристик энергонасыщенных материалов; методы и приборы для исследования и оценки эффективности и практической пригодности	ПК- 1 Способен изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований, применять современные методы исследования, планировать и проводить необходимый эксперимент, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты с использованием современных методов обработки данных, представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований.	ПК-1.3 Владеет навыками изучения и обобщения научно-технической информации по тематике исследований; современными методами обработки данных; принципами разработки экспериментальных методик и программ для проведения научных исследований; практическими навыками применения современного оборудования и приборов; приемами обработки, анализа и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов.	26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: разработки, проектирования, наладки, эксплуатации и совершенствования средств, методов получения и способов применения энергонасыщенных материалов и изделий; промышленного и опытного производства индивидуальных и смесевых энергонасыщенных материалов, исходных и промежуточных продуктов для их получения; промышленного и опытного производства изделий на основе энергонасыщенных материалов; эксплуатации и хранения энергонасыщенных материалов; надзора в области промышленной безопасности при получении и использовании

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
результатов НИОКР; Поиск и анализ научно-технической информации в области энергонасыщенных материалов и изделий с целью научно-практической и патентной поддержки проводимых исследований.	энергонасыщенных материалов и изделий.	ПК- 4 Способен разрабатывать инновационные методики и программы проведения исследований и испытаний артиллерийских порохов, баллистических и смесевых ТРТ	ПК-4.1 Знает основные методы, использующиеся при проведении исследований и испытаний порохов и ТРТ различного типа; физико-химические основы возникновения и развития самораспространяющихся процессов горения и детонации и методы расчёта их параметров; физические основы взрыва в различных средах; методы создания новых составов с заданными физико-химическими, баллистическими, механическими и другими специальными свойствами; принципы подбора компонентов и зависимость важнейших свойств энергонасыщенных материалов от природы и соотношения компонентов;	энергонасыщенных материалов и изделий). Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда; обобщение отечественного и зарубежного опыта. Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н, Обобщенная трудовая функция В. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем. В /02.6. Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований (уровень квалификации – 6).
			ПК-4.2 Умеет теоретически рассчитывать и экспериментально определять термодинамические характеристики энергонасыщенных материалов; предлагать и решать задачи,	

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
			связанные с проведением исследований и испытаний порохов и ТРТ различных типов; прогнозировать параметры горения, механические характеристики и физико-химические свойства энергонасыщенных материалов; ПК-4.3 Владеет методиками расчета и экспериментального определения параметров горения, механических характеристик, физико-химических и специальных свойств энергонасыщенных материалов и изделий; навыками экспериментальной работы по исследованию энергонасыщенных материалов; основными экспериментальными методами синтеза основных компонентов, комплексного исследования их физико-химических свойств, параметров горения и механических характеристик.	

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- классификацию и строение целлюлоз и нитратов целлюлозы, особенности их надмолекулярной организации;
- влияние молекулярного строения, надмолекулярной и кристаллической структуры целлюлозы на ее реакционную способность и свойства;
- виды модификации целлюлозы и способы регулирования молекулярно-структурных свойств;
- способы получения целлюлозы из различного сырья;
- физико-химические основы получения нитратов целлюлозы;
- технологию получения нитратов целлюлозы.

Уметь:

- определять температуры стеклования и текучести нитрат целлюлозных материалов;
- определять физико-химические характеристики (смачиваемость, содержание альфа-целлюлозы, и т.д.) целлюлозы;
- проводить анализ исходных веществ и готовых нитратов целлюлозы;
- определять молекулярные параметры нитратов целлюлозы;
- проводить научно-обоснованный выбор параметров нитрования нитратов целлюлозы.

Владеть:

- представлениями о современном уровне исследований целлюлозы и ее эфиров, о многообразии их практического применения, об основных физико-химических процессах при нитровании, о классификации нитратов целлюлозы, применяемых в качестве компонентов энергетических материалов;
- навыками изучения и обобщения информации в области разработки, исследования и применения целлюлозы и нитратов целлюлозы для энергетических материалов.

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объём дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,78	64	48
в том числе в форме практической подготовки	0,78	28	21
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	32	24
в том числе в форме практической подготовки	0,78	28	21
Самостоятельная работа	0,97	35	26,25
Контактная самостоятельная работа	0,97	-	
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		35	26,25
в том числе в форме практической подготовки	0,33	12	9
Виды контроля:			
Зачёт с оценкой	0,25	9	6,75
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,25	0,2	0,15
Подготовка к экзамену		8,8	6,6
Вид итогового контроля:		Зачет с оценкой	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Название раздела	Академ. часов					
		Всего	Лекции	Лаб. работы	В т.ч. в форме пр. подг.	Самост. работа	В т.ч. в форме пр. подг.
1.	Строение целлюлозы	13	6	-	-	7	3
1.1.	Общие сведения о целлюлозе. Химический состав целлюлозы, Строение элементарного звена макромолекулы целлюлозы	4	2	-	-	2	1
1.2.	Надмолекулярные структуры целлюлозы. Методы их исследования. Фазовое состояние целлюлозы	4	2	-	-	2	1
1.3.	Структурная неоднородность целлюлозы, Методы структурной модификации целлюлозы	5	2	-	-	3	1
2.	Физико-химические свойства целлюлозы	26	8	8	6	10	3
2.1.	Плотность. Зависимость плотности целлюлозы от степени упорядоченности структуры. Внутренняя поверхность целлюлозы. Методы определения.	4	2	-	-	2	1
2.2.	Гигроскопичность целлюлозы и ее зависимость от различных факторов. Полидисперсность целлюлозы. Вязкость растворов целлюлозы.	8	2	4	3	2	1
2.3.	Реакционная способность целлюлозы. Типы реакций целлюлозы.	5	2	-	-	3	
2.4.	Гидролиз целлюлозы, зависимость от различных факторов. Свойства гидролизированных целлюлоз. Действие окислителей на целлюлозу. Деструкция макромолекулы целлюлозы.	9	2	4	3	3	1
3.	Физико-химические свойства нитратов целлюлозы	26	10	8	6	8	3
3.1.	Общие представления о нитратах целлюлозы.	4	2	-	-	2	

	Применение. Классификация.						
3.2.	Макромолекула нитроцеллюлозы.Строение макромолекулы. Надмолекулярные структуры.	4	2	-	-	2	1
3.3.	Набухание и растворение нитратов целлюлозы	4	2	-	-	2	1
3.4.	Химические свойства нитратовцеллюлозы. Действие кислот и щелочей на нитраты целлюлозы	7	2	4	3	1	1
3.5.	Химическая стойкость нитратовцеллюлозы. Механизм термораспада. Методы определения химической стойкости	7	2	4	3	1	-
4.	Физико-химические основы получения и технология нитратов целлюлозы	34	8	16	16	10	3
4.1.	Общие представления об этерификации целлюлозы в гетерогенной среде. Одновременное протекание процессов этерификации, гидролиза и окисления	4	2	-	-	2	1
4.2.	Нитрование целлюлозы серно-азотными кислотными смесями. Составы нитрующих смесей.	15	2	10	10	3	1
4.3.	Теории нитрования Менделеева, Сапожникова, современные теории нитрования органических веществ.	5	2	-	-	3	-
4.4.	Побочные процессы при нитровании. Окислительные и гидролитические процессы. Стабилизация нитратов целлюлозы	10	2	6	6	2	1
	Итого:	99	32	32	28	35	12
	Зачет с оценкой	9	-	-	-	-	-
	Всего часов	108	32	32	28	35	12

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Строение целлюлозы

1.1. Общие сведения о целлюлозе. Природные источники получения целлюлозы. Древесная и хлопковая целлюлоза. Значение целлюлозы и ее эфиров в народном хозяйстве страны. Химический состав целлюлозы. Углеводы. Моносахариды, полисахариды,

пентозаны, гексозаны. Строение элементарного звена макромолекулы целлюлозы. Глюкозидное звено.

1.2. Связь элементарных звеньев между собой. Внутримолекулярные и межмолекулярные связи в целлюлозе и ее эфирах. Концевые звенья в макромолекуле целлюлозы. Наличие других элементарных звеньев в препаратах целлюлозы. Идеальная и реальная макромолекула. Надмолекулярные структуры целлюлозы. Методы их исследования.

1.3. Фазовое состояние целлюлозы. Кристаллические модификации целлюлозы. Конформационные и конфигурационные свойства целлюлозы и ее производных. Структурная неоднородность целлюлозы: зависимость от вида сырья и способов выделения, практическое значение при получении эфиров из различного целлюлозного сырья. Методы структурной модификации целлюлозы (измельчение, активация, гидролиз, инклюдирование)

Раздел 2. Физико-химические свойства целлюлозы

2.1. Плотность. Зависимость плотности целлюлозы от степени упорядоченности структуры. Внутренняя поверхность целлюлозы. Методы определения. Поры и капилляры, их размеры, применение специальных приемов для увеличения поверхности пор и капилляров с целью повышения реакционной способности целлюлозы, практическое значение. Гигроскопичность целлюлозы и ее зависимость от различных факторов. Влага в целлюлозе, ее роль в реакциях этерификации. Набухание и растворение целлюлозы и ее эфиров. Свойства растворов. Молекулярная масса целлюлозы и ее эфиров. Физические и химические методы определения молекулярной массы целлюлозы

2.2. Полидисперсность целлюлозы. Содержание низкомолекулярных и высокомолекулярных фракций, их влияние на свойства. Вязкость растворов целлюлозы. Ее зависимость от различных факторов, методы определения. Механические свойства изделий из целлюлозы и ее эфиров, их связь со средней молекулярной массой и надмолекулярной структурой.

2.3. Реакционная способность целлюлозы. Типы реакций целлюлозы. Гетерогенные и гомогенные реакции. Топохимические макроскопические реакции. Зависимость их скорости от скорости диффузии реагентов. Действие щелочей на целлюлозу, влияние химической и физической неоднородности целлюлозы и условий обработки (концентрация растворов щелочи, время, температура). Получение и свойства щелочной целлюлозы, практическое значение. Альфа-целлюлоза и ее определение.

2.4. Действие кислот на целлюлозу, влияние вида, концентрации кислоты, условий обработки. Гидролиз целлюлозы, зависимость от различных факторов. Свойства гидролизованных целлюлоз. Действие окислителей на целлюлозу. Зависимость от вида реагента, времени окисления, температуры. Химизм процесса, избирательное окисление. Свойства окисленных целлюлоз. Действие восстановителей на целлюлозу. Действие света и тепла на целлюлозу. Деструкция макромолекулы целлюлозы

Раздел 3. Физико-химические свойства нитратов целлюлозы

3.1. Общие представления о нитратах целлюлозы. Применение. Классификация. Способы выражения степени этерификации. Макромолекула нитроцеллюлозы.

3.2. Строение макромолекулы. Надмолекулярные структуры. Кристалличность. Молекулярная масса. Методы ее определения. Молекулярно-массовое распределение. Плотность и насыпная масса различных видов нитратов целлюлозы. Зависимость плотности от степени этерификации. Энергетические и взрывчатые свойства нитратов целлюлозы. Зависимость от степени этерификации.

3.3. Гигроскопичность нитратов целлюлозы, ее зависимость от различных факторов. Набухание и растворение нитратов целлюлозы. Растворители и пластификаторы нитратов

целлюлозы. Подбор растворителей. Степень этерификации и растворимость. Смешанные растворители. Пластификация нитратов целлюлозы.

3.4. Химические свойства нитратов целлюлозы. Действие кислот на нитраты целлюлозы, влияние природы кислоты, концентрации, времени, температуры. Практическое значение. Действие щелочей и оснований на нитраты целлюлозы. Химизм процесса. Влияние температуры, концентрации, природы основания. Практические выводы. Действие окислителей и восстановителей на нитраты целлюлозы.

3.5. Химическая стойкость нитратов целлюлозы. Механизм термораспада. Методы определения химической стойкости. Факторы, влияющие на химическую стойкость нитратов целлюлозы. Зависимость процесса разложения от температуры, времени, примесей и т.п. Требования технических условий к различным видам нитратов целлюлозы

Раздел 4. Физико-химические основы получения нитратов целлюлозы

4.1. Общие представления об этерификации целлюлозы в гетерогенной среде. Одновременное протекание процессов этерификации, гидролиза и окисления. Обратимость реакции нитрования, денитрация. Этерификация целлюлозы одной азотной кислотой. Нитрование целлюлозы конденсированной и газообразной азотной кислотой, особенности этих процессов. Нитрование целлюлозы азотной кислотой в присутствии водоотнимающих веществ фосфорного и уксусного ангидридов и др. Нитрование целлюлозы серно-азотными кислотными смесями. Составы нитрующих смесей. Влияние содержания азотной кислоты, воды, соотношения азотной кислоты к серной, окислов азота в нитросмесях на степень этерификации и качество получаемых нитратов.

4.2. Теории нитрования Менделеева, Сапожникова, современные теории нитрования органических веществ. Катион нитрония как нитрующий агент. Зависимость концентрации катионов от состава нитрующих кислотных смесей. Нитрование целлюлозы как взаимодействие целлюлозы и нитрующих кислотных смесей. Влияние на скорость нитрования вида целлюлозы, ее влажности, физической формы.

4.3. Три накладывающиеся во времени процесса: пропитка волокна нитросмесью, нитрование, диффузионное выравнивание концентрации нитросмеси внутри волокна. Основные факторы, определяющие скорость процесса на указанных стадиях: содержание гидрофобных примесей в целлюлозе, величина ее удельной поверхности, содержание азотной кислоты в нитрующей смеси; доступность и реакционная способность гидроксильных групп в целлюлозе; структурная неоднородность целлюлозного сырья о степен и упорядоченности.

4.4. Побочные процессы при нитровании. Окислительные и гидролитические процессы. Роль окислов азота. Процессы, проходящие при вытеснении отработанных кислотных смесей. Принципиальная схема вытеснения. Обоснование состава орошающих кислот. Процессы денитрации и пути их торможения. Тепловые эффекты разбавления кислотных смесей. Стабилизация нитратов целлюлозы. Примеси, вызывающие нестойкость нитратов целлюлозы и методы их удаления. Пути ускорения процесса стабилизации. Снижение молекулярной массы нитратов целлюлозы при стабилизации. Теоретическое обоснование процессов кислотной и щелочной обработки нитратов целлюлозы. Измельчение волокна нитратов целлюлозы. Назначение операции. Физико-химические основы процесса. Влияние свойств нитратов целлюлозы на скорость измельчения. Методы оценки степени измельчения нитратов целлюлозы. Отжим нитратов целлюлозы от воды. Влияние свойств нитратов целлюлозы и режимов на степень отжима.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:				
1	Источники сырья для производства целлюлозы и виды целлюлозы, используемые в производстве нитратов целлюлозы;	+			+
2	Строение и физико-химические свойства целлюлозы и нитратов целлюлозы;	+	+	+	
3	Принципы построения технологических схем получения целлюлозы и нитратов целлюлозы;	+	+		+
4	Прогнозировать химические и физические свойства природных и искусственных полимеров.		+	+	
5	Методы анализа целлюлозы и нитратов целлюлозы		+	+	
6	физико-химические основы получения нитратов целлюлозы;				+
7	Химическое строение и основные характеристики полимерных компонентов энергетических материалов;	+		+	+
8	Способы отверждения полимеров.				
	Уметь:				
9	Определять основные параметры, оказывающие влияние на процессы получения целлюлозы и нитратов;	+			+
	Работать с научной и технической литературой в области химии и технологии целлюлозы и нитратов целлюлозы;	+	+	+	
	Проводить в лабораторных условиях анализ целлюлозы и нитратов целлюлозы;		+	+	
	Проводить обоснованный выбор соотношения компонентов при синтезе нитратов целлюлозы для обеспечения заданных характеристик; синтезировать нитраты целлюлозы.				+
	Анализировать взаимосвязь между параметрами процесса получения нитратов целлюлозы и их свойствами;				+

	Владеть:					
	Навыками проведения испытаний различных физико- химических характеристик полимеров			+		
	Навыками управления процессом получения нитратов целлюлозы с целью регулирования свойств продукта					+
	Навыками использования современных технических средств для получения научно-технической информации в области химии целлюлозы и нитратов целлюлозы			+	+	
	Навыками использования современных технических средств контроля за технологическими процессами получения целлюлозы и нитратов целлюлозы.		+			+
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК				
1.	ПК- 1 Способен изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований, применять современные методы исследования, планировать и проводить необходимый эксперимент, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты с использованием современных методов обработки данных, представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований.	ПК-1.3 Владеет навыками изучения и обобщения научно-технической информации по тематике исследований; современными методами обработки данных; принципами разработки экспериментальных методик и программ для проведения научных исследований; практическими навыками применения современного оборудования и приборов; приемами обработки, анализа и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов.	+			+

2.	ПК- 4 Способен разрабатывать инновационные методики и программы проведения исследований и испытаний нитратов целлюлозы артиллерийских порохов, баллистических и смесевых ТРТ	ПК-4.1 способность профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способностью к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов	+	+	+	+
		ПК-4.2 Готовностью проводить стандартные и сертификационные испытания порохов, твердых ракетных топлив, полимерных композиционных материалов и изделий на их основе	+	+	+	+
		ПК-4.3 способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для контроля его основных параметров, свойств сырья и готовой продукции	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине не предусмотрены.

6.2. Лабораторные занятия

Примерные темы лабораторных занятий по дисциплине

№ п/п	Раздел	Наименование лабораторных работ	Часы
1.	2 Физико-химические свойства целлюлозы	Определение свойств исходной целлюлозы	8
2.	3 Физико-химические свойства нитратов целлюлозы	Определение свойств полученных нитратов целлюлозы	8
3	4 Физико-химические основы получения нитратов целлюлозы	Приготовление и определение состава рабочей кислотной смеси	4
4	4 Физико-химические основы получения нитратов целлюлозы	Получение нитратов целлюлозы	4
5	4 Физико-химические основы получения нитратов целлюлозы	Стабилизация нитратов целлюлозы	6
6	4 Физико-химические основы получения нитратов целлюлозы	Определение состава отработанной кислотной смеси	2

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- изучение там для самостоятельного обучения;
- подготовку к теоретическому коллоквиуму (допуску) к выполнению лабораторных работ по тематике курса на основе проработки рекомендованной литературы и работы с электронно-библиотечными системами;
- поиск и изучение интернет-ресурсов по тематике курса;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- подготовку к сдаче экзамена (7 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, обучающимся лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

\

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Альтернативные виды целлюлозного сырья	12	Конспект
3	Традиционные и альтернативные виды сырья для производства нитратов целлюлозы.	13	Конспект
4	Новые методы нитрования целлюлозы и других органических соединений	10	Конспект

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Бердоносков, Д. Ю. Строение и физико-химические свойства целлюлозы: учебное пособие / Д. Ю. Бердоносков, Г. Я. Гуменюк. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2015. – 77 с.
2. Бердоносков, Д. Ю. Анализ, свойства и реакции целлюлозы: методические указания к лабораторным работам / Д. Ю. Бердоносков, Г. Я. Гуменюк. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2014. – 56 с.
3. Галицкая, И. М. Методы получения, анализа и испытаний НЦ : лаб. практикум / И. М. Галицкая, В. П. Дубина, С. И. Шидаков. – М. : ЦНИИНТИ, 1990. – 148 с.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Реферативно-аналитические работы по дисциплине не предусмотрены.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля в 7 семестре предусмотрено 2 контрольные работы (контрольная работа №1 – по разделам 1-2, №2 – по разделам 3-4. Максимальная оценка за контрольные работы составляет по 30 баллов за каждую. ВСЕГО 60 БАЛЛОВ

Разделы 1-2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса по 15 баллов за каждый.

а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-1:

1. Природные источники получения целлюлозы. Древесная и хлопковая целлюлоза.
2. Основные стадии получения целлюлозы. Их назначение.
3. Влияние соотношения компонентов на качество древесной целлюлозы при сульфитном и сульфатном способах производства.
4. Строение макромолекулы целлюлозы. Идеальная и реальная макромолекула. Дефектные звенья макромолекулы.
5. Внутримолекулярные и межмолекулярные связи в целлюлозе.
6. Надмолекулярная структура целлюлозы.
7. Кристаллическая структура целлюлозы.
8. α -, β - и γ -целлюлозы.
9. Внутренняя поверхность целлюлозы. Ее роль в химических реакциях.
10. Гигроскопичность целлюлозы и ее зависимость от различных факторов.
11. Набухание и растворение целлюлозы.
12. Вязкость растворов целлюлозы и ее связь с молекулярной массой.

13. Типы реакций целлюлозы. Гомогенные и гетерогенные реакции.
14. Общие представления об этерификации целлюлозы в гетерогенной среде.
15. Топохимические и макроскопические реакции целлюлозы.
16. Действие щелочей на целлюлозу.
17. Действие кислот на целлюлозу.
18. Гидролиз целлюлозы, зависимость от различных факторов.
19. Действие окислителей на целлюлозу.
20. Избирательное окисление целлюлозы.
21. Взаимодействие целлюлозы с серной кислотой.
22. Деструкция целлюлозы под действием тепла и света.
23. Радиационная и биологическая деструкция целлюлозы.
24. Методы определения α -, β - и γ -целлюлозы.
25. Молекулярная масса целлюлозы. Химические методы ее определения.
26. Молекулярная масса целлюлозы. Физико-химические методы ее определения.
27. Определение йодного числа целлюлозы.
28. Определение медного числа целлюлозы.

Разделы 3-4. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса по 15 баллов за каждый.

1. Сырье для производства НЦ.
2. Основные стадии получения нитратов целлюлозы. Назначение операций.
3. Нитрование целлюлозы серноазотными кислотными смесями. Роль азотной и серной кислот и их соотношения в кислотных смесях. Нитрование целлюлозы серноазотными кислотными смесями. Роль воды и окислов азота в кислотных смесях.
4. Одновременное протекания реакций этерификации, гидролиза и окисления при нитровании целлюлозы.
5. Составы кислотных смесей для получения нитратов целлюлозы разных марок.
6. Обратимость реакции нитрования целлюлозы. Денитрация.
7. Нитрование целлюлозы жидкой и газообразной азотной кислотой.
8. Нитрование целлюлозы кислотными смесями без серной кислоты.
9. Нитрование целлюлозы в среде органических растворителей.
10. Влияние свойств целлюлозы на процесс нитрования целлюлозы.
11. Влияние температуры, времени и модуля ванны на процесс нитрования целлюлозы.
12. Общие представления о нитратах целлюлозы. Применение. Классификация. Способы выражения степени этерификации.
13. Строение нитратов целлюлозы.
14. Физическая и химическая неоднородность нитратов целлюлозы.
15. Молекулярная масса нитратов целлюлозы. Практические методы определения молекулярной массы НЦ.
16. Растворение и пластификация нитратов целлюлозы.
17. Вязкость растворов нитратов целлюлозы. Зависимость вязкости растворов НЦ от концентрации, степени этерификации и температуры.
18. Гидрофобные свойства и гигроскопичность нитратов целлюлозы.
19. Адсорбционные свойства нитратов целлюлозы.
20. Энергетические и взрывчатые свойства нитратов целлюлозы. Их зависимость от степени этерификации.
21. Термостабильность нитратов целлюлозы. Влияние примесей на термостабильность НЦ.
22. Методы определения химической стойкости нитратов целлюлозы.
23. Действия растворов кислот на нитраты целлюлозы.

24. Определение состава кислотной смеси.
25. Определение температуры вспышки.
26. Определение содержания азота в нитратах целлюлозы.
27. Теория нитрующих смесей Д.И. Менделеева и А.В. Сапожникова при нитровании целлюлозы.
28. Современные теории нитрующих смесей при нитровании целлюлозы. Ион нитрония как нитрующий агент.
29. Процессы, протекающие при отжиме и вытеснении удержанных кислот посленитрования целлюлозы.
30. Примеси, вызывающие нестойкость нитратов целлюлозы. Методы их удаления.
31. Снижение степени полимеризации при нитровании целлюлозы и стабилизации нитратов целлюлозы.
32. Стабилизация нитратов целлюлозы.
33. Измельчение нитратов целлюлозы.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (7 семестр – зачёт с оценкой).

Билет к зачёту с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса по 20 баллов каждый. Максимальное количество баллов за *зачёт с оценкой* (7 семестр) – 40 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (7 семестр – зачёт с оценкой).

1. Природные источники получения целлюлозы. Древесная и хлопковая целлюлоза.
2. Основные стадии получения целлюлозы. Их назначение.
3. Влияние соотношения компонентов на качество древесной целлюлозы при сульфитном и сульфатном способах производства.
4. Строение макромолекулы целлюлозы. Идеальная и реальная макромолекула. Дефектные звенья макромолекулы.
5. Внутримолекулярные и межмолекулярные связи в целлюлозе.
6. Надмолекулярная структура целлюлозы.
7. Кристаллическая структура целлюлозы.
8. α -, β - и γ -целлюлозы.
9. Внутренняя поверхность целлюлозы. Ее роль в химических реакциях.
10. Гигроскопичность целлюлозы и ее зависимость от различных факторов.
11. Набухание и растворение целлюлозы.
12. Вязкость растворов целлюлозы и ее связь с молекулярной массой.
13. Типы реакций целлюлозы. Гомогенные и гетерогенные реакции.
14. Общие представления об этерификации целлюлозы в гетерогенной среде.
15. Топохимические и макроскопические реакции целлюлозы.
16. Действие щелочей на целлюлозу.
17. Действие кислот на целлюлозу.
18. Гидролиз целлюлозы, зависимость от различных факторов.
19. Действие окислителей на целлюлозу.
20. Избирательное окисление целлюлозы.
21. Взаимодействие целлюлозы с серной кислотой.
22. Деструкция целлюлозы под действием тепла и света.
23. Радиационная и биологическая деструкция целлюлозы.
24. Методы определения α -, β - и γ -целлюлозы.
25. Молекулярная масса целлюлозы. Химические методы ее определения.

26. Молекулярная масса целлюлозы. Физико-химические методы ее определения.
27. Определение йодного числа целлюлозы.
28. Определение медного числа целлюлозы.
29. Сырье для производства НЦ.
30. Основные стадии получения нитратов целлюлозы. Назначение операций.
31. Нитрование целлюлозы серноазотными кислотными смесями. Роль азотной и серной кислот и их соотношения в кислотных смесях. Нитрование целлюлозы серноазотными кислотными смесями. Роль воды и окислов азота в кислотных смесях.
32. Одновременное протекания реакций этерификации, гидролиза и окисления при нитровании целлюлозы.
33. Составы кислотных смесей для получения нитратов целлюлозы разных марок.
34. Обратимость реакции нитрования целлюлозы. Денитрация.
35. Нитрование целлюлозы жидкой и газообразной азотной кислотой.
36. Нитрование целлюлозы кислотными смесями без серной кислоты.
37. Нитрование целлюлозы в среде органических растворителей.
38. Влияние свойств целлюлозы на процесс нитрования целлюлозы.
39. Влияние температуры, времени и модуля ванны на процесс нитрования целлюлозы.
40. Общие представления о нитратах целлюлозы. Применение. Классификация. Способы выражения степени этерификации.
41. Строение нитратов целлюлозы.
42. Физическая и химическая неоднородность нитратов целлюлозы.
43. Молекулярная масса нитратов целлюлозы. Практические методы определения молекулярной массы НЦ.
44. Растворение и пластификация нитратов целлюлозы.
45. Вязкость растворов нитратов целлюлозы. Зависимость вязкости растворов НЦ от концентрации, степени этерификации и температуры.
46. Гидрофобные свойства и гигроскопичность нитратов целлюлозы.
47. Адсорбционные свойства нитратов целлюлозы.
48. Энергетические и взрывчатые свойства нитратов целлюлозы. Их зависимость от степени этерификации.
49. Термостабильность нитратов целлюлозы. Влияние примесей на термостабильность НЦ.
50. Методы определения химической стойкости нитратов целлюлозы.
51. Действия растворов кислот на нитраты целлюлозы.
52. Определение состава кислотной смеси.
53. Определение температуры вспышки.
54. Определение содержания азота в нитратах целлюлозы.
55. Теория нитрующих смесей Д.И. Менделеева и А.В. Сапожникова при нитровании целлюлозы.
56. Современные теории нитрующих смесей при нитровании целлюлозы. Ион нитрония как нитрующий агент.
57. Процессы протекающие при отжиме и вытеснении удержанных кислот посленитрования целлюлозы.
58. Примеси, вызывающие нестойкость нитратов целлюлозы. Методы их удаления.
59. Снижение степени полимеризации при нитровании целлюлозы и стабилизации нитратов целлюлозы.
60. Стабилизация нитратов целлюлозы.
61. Измельчение нитратов целлюлозы.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

Зачёт с оценкой по дисциплине "Физика и химия целлюлозы и нитроцеллюлозы" проводится в 7 семестре и включает контрольные вопросы по четырём разделам (1-4) рабочей программы дисциплины. Билет состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

"Утверждаю" Зав. кафедрой ХТВМС _____ В.А. Петров "__" ____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева Кафедра ХТВМС Специальность 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий" Специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов и твёрдых ракетных топлив" Дисциплина: Физика и химия целлюлозы и нитроцеллюлозы
"__" ____ 20__ г. Студент гр. _____ <i>Билет № 1</i> 1. Кристаллическая структура целлюлозы 2. Действия растворов кислот на нитраты целлюлозы	

В. Вспомогательная литература:

12. Коваленко, В. И. Структурно-кинетические особенности получения и термодеструкции нитратов целлюлозы / В. И. Коваленко, В. Ф. Сопин, Г. М. Храпковский; РАН, Казан. науч. центр. Ин-т орган. и физ. химии им. А. Е. Арбузова. – М.: Наука, 2005. – 213 с.
13. Жегров, Е. Ф. Химия и технология баллистических порохов, твердых ракетных и специальных топлив. т. 2 Технология : монография / Е. Ф. Жегров, Ю. М. Милехин, Е. В. Берковская. – М. : РИЦ МГУП им. Федорова, 2011. – 551 с.
14. Тагер, А. А. Физико-химия полимеров / А. А. Тагер. – М: Научный мир, 2007. – 573 с.
15. Семчиков, Ю. Д. Высокомолекулярные соединения: учебник для вузов / Ю. Д. Семчиков. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 367 с.
16. Жегров, Е. Ф. Технология порохов и твердых ракетных топлив в приложении к конверсионным программам: научное издание / Е. Ф. Жегров, Ю. М. Милехин, Е. В. Берковская; ФГУП "Федер. центр двойн. технологий "Союз". – М.: Архитектура-С, 2006. – 391 с.
17. Целлюлоза, сложные эфиры целлюлозы и пластические массы на их основе / В. И. Манушин [и др.]. – Владимир : изд-во НПО Полимерсинтез, 2002. – 108 с.
18. Косточко, А. В. Специальные полимеры и композиции: Избранные статьи / А. В. Косточко. – Казань: Матбугат йорты, 1999. – 222 с.
19. Роговин, З. А. Химия целлюлозы / З. А. Роговин. – М.: Химия, 1972. – 432 с.
20. Забелин, Л.В. Хлопковая целлюлоза : учеб. Пособие / Л. В.Забелин, А. П. Закощиков, В. К. Постников. – М. : ЦНИИНТИ, 1976. – 280 с.
21. Бытенский, В. Я. Производство эфиров целлюлозы / В. Я. Бытенский, Е. П. Кузнецова. – Л. : Химия, 1974. – 208 с.
22. Гиндич, В. И. Производство нитратов целлюлозы. Технология и оборудование / В. И. Гиндич, Л. В. Забелин, Г. Н.Марченко. – М. : ЦНИИНТИ, 1984. – 359 с.
23. Галицкая, И. М. Методы получения, анализа и испытаний НЦ : лаб. практикум / И. М. Галицкая, В. П. Дубина, С. И. Шидяков. – М. : ЦНИИНТИ, 1990. – 148 с.
24. Гуменюк, Г. Я. Целлюлоза и ее эфиры : методические указания к лабораторному практикуму / Г. Я. Гуменюк. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 1996. – 36 с.
25. Азотнокислые эфиры целлюлозы : лабораторное руководство к студенческому практикуму. / ЛТИ им. Ленсовета ; под ред. М. Е. Дынькина. – Л. : ЛТИ, 1965. – 57 с. 19 Целлюлоза и ее производные : т. 1 / Под ред. Н. Байклза, Л. Сегала, Пер. с англ. под ред. З. А. Роговина. – М. : Мир, 1974. – 499 с.
26. Целлюлоза и ее производные : т. 2 / Под ред. Н. Байклза, Л. Сегала, Пер. с англ. под ред. З. А. Роговина. – М. : Мир, 1974. – 510 с.
27. Коваленко, В. И. Строение, синтез и термическое разложение нитратов целлюлозы : монография / В. И. Коваленко, Г. Н. Марченко, Г. М. Храпковский, А. Г. Шамов. – М. : КДУ, 2012. – 396 с.
28. Сарыбаева, Р. И. Химия азотнокислых эфиров целлюлозы / Р. И. Сарыбаева, Л. С. Щелохова ; АН КиргССР. Ин-т орган. химии. – Фрунзе : Илим, 1985. – 164 с.
29. Закощиков, А. П. Нитроцеллюлоза : научное издание / А. П. Закощиков. – М. : Оборонгиз, 1950. – 371 с.
30. Азаров, В. И. Химия древесины и синтетических полимеров: учебник для вузов / В. И. Азаров, А. В. Буров, А. В. Оболенская. – СПб. : СПбЛТА, 1999. – 628 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Журнал "Высокомолекулярные соединения".
2. Журнал "Пластические массы ". ISSN: 0554-2901
3. Журнал "Propellants, Explosives, Pyrotechnics". ISSN: 0721-3115.
4. Журнал "Боеприпасы. XXI век". ISSN: 2073-6649.

5. Журнал "Боеприпасы и высокоэнергетические конденсированные системы". ISSN: 1999-6500.

6. Журнал "Успехи в химии и химической технологии". ISSN: 1506-2017.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 16 (общее число слайдов – 320);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 50);

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 г. составляет 1 559 436 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине "Физика и химия полимеров" проводятся в форме лекций, лабораторных занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

Лаборатория, содержащая следующее научное оборудование: дифференциальный сканирующий калориметр, приборы для термомеханического и термогравиметрического анализа, интерференционный диффузиометр, технические и аналитические весы.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Образцы полимеров, пластификаторов и энергетических полимерных композитов.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебники и учебные пособия по дисциплине, справочные материалы, факультетская спецбиблиотека книжных изданий, журналов и диссертационных работ.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; справочные материалы в электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	4	Бессрочная
2.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	4	Бессрочная
3.	OriginPro 8.1 Department Wide License	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	4	Бессрочная
4.	ПО “STAR” для системы термического анализа Mettler Toledo	Договор с ЗАО «Меттлер – Толедо Восток», № V06-54/0513-100 от 01.02.2006 г	1	Бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
1	2	3
Раздел 1. Строение целлюлозы	<i>Знает</i> источники сырья для производства целлюлозы и виды целлюлозы, используемые в производстве нитратов целлюлозы; прочие компоненты (сырье) и их назначение, используемые при производстве целлюлозы и нитратов целлюлозы; принципы построения технологических схем получения целлюлозы и нитратов целлюлозы. <i>Умеет</i> определять основные параметры, оказывающие влияние на процессы	Оценка за контрольную работу №1.

	получения целлюлозы и нитратов целлюлозы. <i>Владеет</i> навыками использования современных технических средств контроля за технологическими процессами получения целлюлозы и нитратов целлюлозы	
Раздел 2. Физико-химические свойства целлюлозы	<i>Знает</i> основные положения науки о полимерах; строение и физико-химические свойства целлюлозы и нитратов целлюлозы. <i>Умеет</i> работать с научной и технической литературой в области химии и технологии целлюлозы и нитратов целлюлозы; прогнозировать химические и физические свойства природных и искусственных полимеров. <i>Владеет</i> навыками использования современных технических средств для получения научно-технической информации в области химии целлюлозы и нитратов целлюлозы.	Оценка за контрольную работу №1 .
Раздел 3 Физико-химические свойства нитратов целлюлозы	<i>Знает</i> основные положения науки о полимерах; строение и физико-химические свойства целлюлозы и нитратов целлюлозы. <i>Умеет</i> работать с научной и технической литературой в области химии и технологии целлюлозы и нитратов целлюлозы; прогнозировать химические и физические свойства природных и искусственных полимеров. <i>Владеет</i> навыками использования современных технических средств для получения научно-технической информации в области химии целлюлозы и нитратов целлюлозы.	Оценки за контрольную работу №2 и устные ответы при сдаче лабораторных работ
Раздел 4. Физико-химические основы получения нитратов целлюлозы	<i>Знает</i> физико-химические основы получения нитратов целлюлозы. <i>Умеет</i> проводить обоснованный выбор соотношения компонентов при синтезе нитратов целлюлозы для обеспечения заданных характеристик; синтезировать нитраты целлюлозы; анализировать взаимосвязь между параметрами процесса получения нитратов целлюлозы и их свойствами. <i>Владеет</i> навыками управления процессом получения нитратов целлюлозы с целью регулирования свойств продукта	Оценки за контрольную работу №2 и устные ответы при сдаче лабораторных работ

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
"Физика и химия целлюлозы и нитроцеллюлозы"
основной образовательной программы
18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий"
 (Код и наименование специальности)
Специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов
и твердых ракетных топлив"
 (Наименование ООП)
 Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание изменения/дополнения	Основание внесения изменения/дополнения
1	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения	протокол заседания Ученого совета № 1 от 30 августа 2019 г.
2	Изменения в части обновления договоров электронных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 2 от 30 сентября 2019 г.
3	Изменения в части использования ЭО и ДОТ при реализации основных профессиональных образовательных программ	пр. ректора № 163-А от 16 марта 2020 г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева"

"УТВЕРЖДЕНО"

на заседании Учёного совета.

Протокол № 1 от 29 августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

"Теория технологических процессов"

Специальность 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных
материалов и изделий"

Специализация "Химическая технология полимерных композиций,
порохов и твердых ракетных топлив"

Квалификация "Инженер"

Москва 2024 г.

Программа составлена:

к.т.н., доцентом кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений
Д.И. Лямкиным

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д.И. Менделеева 18 июня 2024 г., протокол № 15.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий", специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов и твёрдых ракетных топлив" (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина "Теория технологических процессов" относится дисциплинам части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.05). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области поверхностных явлений и дисперсных систем, физической химии, процессов и аппаратов, а также физики и химии полимеров.

Цель дисциплины - приобретение специалистами знаний, умений, владений и в формировании компетенций в области создания и переработки высоконаполненных полимерных композиций с заранее заданными свойствами, управления качеством продукции, в технологии переработки пластмасс.

Задачи дисциплины - формирование у обучающихся системных углубленных знаний в области получения и переработки полимерных композиций; понимания концепции и перспективных направлений интенсификации и повышения эффективности производства полимерных композиционных материалов; представлений о современных подходах к оценке технологических свойств и качества продукции.

Дисциплина "Теория технологических процессов" преподаётся в 8 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения.

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Технологический тип задач профессиональной деятельности				
Организация эффективного и безопасного ведения технологических процессов получения энергонасыщенных материалов и изделий; выполнение инженерных расчетов, обеспечивающих проведение существующего технологического процесса или внесения в него необходимых дополнений и изменений; разработка мероприятий по обеспечению требуемого качества продукции, контролю над их выполнением, по предупреждению и устранению случаев нарушения технологического регламента; организация и участие в испытаниях готовой продукции; контроль над соблюдением технологической дисциплины, разбор случаев ее нарушения и анализ	Технологические процессы получения энергонасыщенных материалов и изделий; методы и приборы для исследования и оценки эффективности и практической пригодности энергонасыщенных материалов и изделий; оборудование для производства и переработки энергонасыщенных материалов и изделий.	ПК-2 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для контроля его основных параметров, норм выработки и технологических нормативов расхода сырья, свойств сырья и готовой продукции, проверять техническое состояние оборудования, организовывать его профилактические осмотры; готов к обеспечению требований по техническому регулированию, к освоению и эксплуатации нового оборудования, обеспечению технологической безопасности.	ПК-2.1 Знает порядок организации, планирования и проведения технологического процесса; основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции; основные процессы и аппараты химической технологии, методы расчета деталей и узлов машин и аппаратов химической технологии; основные особенности проектирования предприятий по производству энергонасыщенных материалов, принципы выбора схемы производства; основы технического регулирования, меры обеспечения технологической безопасности;	26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: разработки, проектирования, наладки, эксплуатации и совершенствования средств, методов получения и способов применения энергонасыщенных материалов и изделий; промышленного и опытного производства индивидуальных и смесевых энергонасыщенных материалов, исходных и промежуточных продуктов для их получения; промышленного и опытного производства изделий на основе энергонасыщенных материалов; эксплуатации и

вызывающих их причин; подготовка и корректировка технологической документации; участие в проведении опытных работ по внедрению новых рецептур, методик, освоению новых стандартов, новых приборов; анализ расхода сырья и материалов, разработка мероприятий по их экономии и энергосбережению; участие в разработке мероприятий по снижению аварийности, травматизма и профессиональной заболеваемости, по механизации и автоматизации процессов.			ПК-2.3 Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции, навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом; методологией расчета основных параметров технологических процессов; навыками конструирования и проектирования аппаратов и оборудования химической технологии, по выбору технологической схемы производства энергонасыщенных материалов; навыками использования основных инструментов и правил технического регулирования и управления качеством, стандартизации и сертификации продуктов и изделий.	хранения энергонасыщенных материалов; надзора в области промышленной безопасности при получении и использовании энергонасыщенных материалов и изделий). Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда; обобщение отечественного и зарубежного опыта. Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н, Обобщенная трудовая функция В. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем. В /02.6. Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований (уровень квалификации – 6).
			ПК-5 Способен применять знания по химии и технологии полимерных композиций, порохов и ТРТ различных типов и их отдельных компонентов для управления технологическим процессом, прогнозирования и регулирования основных эксплуатационных свойств, постановки задач по исследованию и проектированию технологии	

		новых энергонасыщенных материалов и изделий	различных типов;	
			ПК-5.2 Умеет получать основные типы порохов и ТРТ; исследовать основные свойства и прогнозировать потенциальные области применения новых энергонасыщенных материалов различных типов; предлагать рецептуры составов для определённой области применения; прогнозировать пути совершенствования технологий получения и новые области применения энергонасыщенных материалов.	

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- теоретические основы построения составов энергоемких смесевых материалов;
- принципы подбора компонентов и зависимость важнейших свойств энергоемких смесевых материалов от природы и соотношения компонентов, плотности и структуры заряда, от внешних условий;
- технологии производства, снаряжения и применения, физико-химические и взрывчатые свойства применяемых энергоемких смесевых материалов, пути их совершенствования;
- состав и важнейшие свойства смесевых энергонасыщенных материалов наиболее часто применяемых в промышленных, военных и технических целях;
- системы классификации производимых промышленностью смесевых взрывчатых веществ;

Уметь:

- анализировать информацию об энергоемких смесевых материалах, определять их область применения в зависимости от состава, а также предлагать рецептуры составов для определённой области применения;
- прогнозировать пути совершенствования энергоемких смесевых материалов в плане эффективности, экономичности и безопасности по компонентной базе, составу, структуре, технологиям получения, снаряжения, применения;

Владеть:

- навыками расчета важнейших взрывчатых характеристик и знанием методов экспериментального определения характеристик смесевых энергонасыщенных материалов, входящих в технические требования на готовую продукцию;
- современной информацией по компонентам, рецептурам, технологиям получения и областям применения смесевых энергонасыщенных материалов в России и за рубежом;
- навыками изучения, обобщения и анализа информации по вопросам, связанным с совершенствованием технологии получения и применения смесевых энергоемких материалов.

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объём дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,78	64	48
в том числе в форме практической подготовки	0,67	24	18
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	—	—	—
в том числе в форме практической подготовки	—	—	—
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	32	24
в том числе в форме практической подготовки	0,67	24	18
Самостоятельная работа	2,22	80	60
Контактная самостоятельная работа	2,22	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		79,6	59,7
в том числе в форме практической подготовки	0,66	24	18
Виды контроля:			
Экзамен	—	—	—
Контактная работа – промежуточная аттестация	—	—	—
Подготовка к экзамену		—	—
Вид итогового контроля:		Зачёт с оценкой	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий для студентов очного отделения

№ п/п	Название раздела	Академ. часов					
		Всего	Лекции	Лаб. работы	В т.ч. в форме пр. подг.	Самост. работа	В т.ч. в форме пр. подг.
1.	Раздел 1. Основные закономерности внутреннего и внешнего трения при переработке полимерных материалов	74	18	20	12	36	12
1.1	Течение растворов и расплавов полимеров	19	5	6	2	8	2
1.2	Вязко-упругие свойства полимерных композиций.	16	6	4	2	6	2
1.3	Расчет и моделирование реологического поведения полимерных композиций	9	1		2	8	2
1.4	Трибоника полимерных композиций.	17	5	6	2	6	2
1.5	Экспериментальные методы изучения реологических свойств полимерных композиций	13	1	4	4	8	4
2.	Раздел 2. Научные и инженерные основы процессов получения полимерных материалов:	29	4	5	5	20	5
2.1	Смещение	9	1	2	1	6	1
2.2	Физикохимия межфазных явлений в полимерных системах	13	2	3	2	8	2
2.3	Смеси полимеров	7	1		2	6	2
3.	Раздел 3. Технологические процессы формования полимерных материалов	41	10	7	7	24	7
3.1	Гидродинамика расплавов и растворов полимеров	5	1		1	4	1
3.2	Изготовление изделий методом экструзии.	8	2		1	6	1
3.3.	Вальцевание полимерных материалов	14	3	7	2	4	2
3.4	Прессование, литье под давлением и свободное литье полимерных композиций.	9	3		2	6	2
3.5	Получение полимерных материалов из раствора	5	1		1	4	1
	ИТОГО	144	32	32	24	80	24

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основные закономерности внутреннего и внешнего трения при переработке полимерных материалов

1.1. Течение растворов и расплавов полимеров. Основные параметры, характеризующие непрерывное деформирование. Простейшие виды деформирования при течении: сдвиг, одноосное растяжение, всестороннее сжатие. Основная реологическая характеристика. Виды аномалий вязкости. Зависимость вязкости от структуры и молекулярно-массовых характеристик полимера. Обобщенная характеристика вязкостных свойств расплавов и растворов полимеров и каучуков с широким и узким молекулярно-массовым распределением. Температурная зависимость вязкости. Температурно-инвариантная характеристика. Неизотермическое течение полимерных расплавов. Вязкость разбавленных и концентрированных растворов. Концентрационная зависимость наибольшей ньютоновской вязкости полимеров с позиций теории свободного объема. Реология наполненных полимерных композиций. Влияние рецептурных и технологических факторов: природы полимерной матрицы, содержания пластификатора, ПАВ, природы поверхности, размера и формы частиц, плотности упаковки и содержания наполнителя – на основные реологические параметры полимерных материалов. Правило логарифмической аддитивности.

1.2. Вязко-упругие свойства полимерных композиций.

Нормальные напряжения при течении полимерных композиций. Эффект Вайссенберга. Баррус-эффект. Коэффициент бокового давления. Нормальные напряжения и переходные режимы деформирования. Экспериментальные соотношения между нормальными и касательными напряжениями и скоростью сдвига. Зависимость нормальных напряжений от природы полимера, температуры и вида деформирования. Неустойчивое течение расплавов и растворов полимеров. Явление stick-slip. Теория высокоэластической турбулентности.

1.3. Расчет и моделирование реологического поведения полимерных композиций

Математическое описание процесса течения. Механические модели реологического поведения полимерных материалов.

Дискретный и непрерывный релаксационный спектры. Релаксационная спектроскопия. Некоторые теоретические соотношения между релаксационным модулем, концентрацией полимера и молекулярной массой. Комплексный динамический модуль и динамическая вязкость. Анализ частотной зависимости модулей упругости и потерь. Расчет релаксационного спектра по данным динамических испытаний и вискозиметрии. Тангенс угла механических потерь и релаксационные переходы в аморфных полимерах.

Принципы суперпозиции (температурно-временная, пьезо-временная, концентрационно-временная и др.), их аналитическое представление.

1.4. Трибоника полимерных композиций.

Основной закон трения. Адгезия, аутогезия, когезия. Влияние температуры и скорости скольжения на внешнее трение полимерных композиций. Применение принципа температурно-временной суперпозиции к внешнему трению полимеров. Трение в стеклообразном, высокоэластическом и вязкотекучем состоянии. Граничные смазки для полимерных материалов. Антиадгезионное (абгезионное) действие смазок. Влияние рецептурных факторов, качества подложки, ее вибрации на внешнее трение. Влияние соотношения внутреннего и внешнего трения на особенности формирования полимерных композиций. Виды и причины брака при формировании.

1.5. Экспериментальные методы изучения реологических свойств полимерных композиций.

Основные типы ротационных, капиллярных вискозиметров, пластометров, эластовискозиметров, крутильных маятников и непосредственно измеряемые на них параметры. Корреляция между реологическими параметрами в режимах непрерывного и периодического деформирования. Адгезиометры, трибометры.

Раздел 2. Научные и инженерные основы процессов получения полимерных материалов.

2.1. Смешение

Критерии качества смешения. Структурная и механическая неоднородность. «Сухое» смешение, использование пластификаторов, летучих растворителей, водной среды и др. для смешения полимерных композиций. Физическая картина процесса перемешивания. Механизм ламинарного смешения. Влияние параметров процесса перемешивания компонентов на реологические и механические свойства полимерных материалов. Расчет гидродинамических параметров процесса перемешивания. Теплообмен в процессе перемешивания. Экспериментальные методы оценки качества смешения. Принципы моделирования смешения.

2.2. Физикохимия межфазных явлений в полимерных системах.

Основные положения теории адсорбции и адгезии полимеров. Структура и свойства поверхности и межфазных слоев. Механизм усиливающего действия наполнителей. Релаксационные процессы в наполненных полимерах.

2.3. Смеси полимеров.

Принципы образования полимерных смесей. Формирование морфологии и физико-механических свойств. Термодинамическая совместимость и фазовое расслоение. Процессы переноса в смесях. Взаимопроникающие полимерные сетки. Реология и механические свойства многофазных полимерных смесей. Смеси полимеров со свойствами термоэластопластов. Модификация пластмасс каучуками.

Раздел 3. Технологические процессы формования полимерных материалов.

3.1. Гидродинамика расплавов и растворов полимеров.

Особенности гидродинамики, тепло - и массопередачи в процессах переработки полимеров. Холодная вытяжка. Реокинетика структурирующихся в процессе изготовления полимерных систем. Понятие «жизнеспособности» полимерной композиции. Модель «жизнеспособности».

3.2. Изготовление изделий методом экструзии.

Процесс экструзии и применяемое оборудование. Анализ работы экструдера. Виды потоков и их аналитическое представление. Расчетные формулы для течения полимерных материалов в каналах различного сечения (мундштуках).

3.3. Вальцевание полимерных материалов.

Физическая сущность процессов вальцевания и каландрования. Теории вальцевания. Распорные усилия, их зависимость от вязкоупругих характеристик полимерного материала и конструктивных особенностей аппаратов. Каширование, обмазка.

3.4. Прессование, литье под давлением и свободное литье полимерных композиций.

Понятие о процессах переработки полимерных материалов прессованием, литьем под давлением и свободным литьем. Особенности реализации процессов для термопластов и термореактивных композиций. Возможные причины и виды брака при формовании.

3.5. Получение полимерных материалов из раствора.

Физико-химические основы процессов получения полимерных материалов из растворов. Краткое описание технологических процессов формования волокон, пленки, лакокрасочных покрытий, клеев, пористых изделий. Пластизоли и латексы. Общие принципы получения изделий.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1.	– современные методы оценки качества смешения компонентов и комплекса реологических характеристик полимерных композиций;	+	+	+
	Уметь:			
2.	– проводить научные исследования в области переработки пластмасс и эластомеров;	+	+	+
	Владеть:			
3.	– практическими навыками создания композиционных материалов с заданными свойствами.	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:				
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК		
4.	ПК-2 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для контроля его основных параметров, норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, свойств сырья и готовой продукции, проверять техническое состояние оборудования, организовывать его профилактические осмотры; готов к обеспечению требований по техническому регулированию, к освоению и эксплуатации нового оборудования,	ПК-2.1 Знает порядок организации, планирования и проведения технологического процесса; основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции; основные процессы и аппараты химической технологии, методы расчета деталей и узлов машин и аппаратов химической технологии; основные особенности проектирования предприятий по производству энергонасыщенных материалов, принципы выбора схемы производства; основы технического регулирования, меры обеспечения технологической безопасности;	+	+

5.	обеспечению технологической безопасности.	ПК-2.3 Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции, навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом; методологией расчета основных параметров технологических процессов; навыками конструирования и проектирования аппаратов и оборудования химической технологии, по выбору технологической схемы производства энергонасыщенных материалов; навыками использования основных инструментов и правил технического регулирования и управления качеством, стандартизации и сертификации продуктов и изделий.	+	+	+
6.	ПК-5 Способен применять знания по химии и технологии полимерных композиций, порохов и ТРТ различных типов и их отдельных компонентов для управления технологическим процессом, прогнозирования и регулирования основных эксплуатационных свойств, постановки задач по исследованию и проектированию технологии новых энергонасыщенных материалов и	ПК-5.1 Знает теоретические основы процессов нитрования; основные методы и технологические процессы получения полимерных композиций, порохов и ТРТ различных типов; основные принципы выбора компонентов для создания новых полимерных композитов, энергонасыщенных материалов и технологических процессов их производства; аппаратное оформление процессов получения энергонасыщенных материалов различных типов;	+	+	+

7.	изделий.	ПК-5.2 Умеет получать основные типы порохов и ТРТ; исследовать основные свойства и прогнозировать потенциальные области применения новых энергонасыщенных материалов различных типов; предлагать рецептуры составов для определённой области применения; прогнозировать пути совершенствования технологий получения и новые области применения энергонасыщенных материалов.	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия.

Практические занятия по дисциплине не предусмотрены

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине "Теория технологических процессов", а также дает знания о методиках определения реологических и механических свойств полимерных композиционных материалов и требованиям к выполнению методик, обеспечивающих достоверность получаемых результатов.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 30 баллов (максимально по 5 баллов за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	1	Исследование реологических свойств растворов полимеров с использованием вискозиметров Гепплера	6
2	1	Исследование влияния концентрации и природы наполнителя на реологические свойства полимерных композиций.	6
3	1; 2; 3	Влияние температуры на реологические свойства расплавов полимеров. Определение величины энергии активации вязкого течения.	6
4	1;2	Смещение наполненных полимерных композиций. Оптимизация температуры и времени переработки.	6
5	1; 2; 3	Исследование влияния состава и условий переработки на механические свойства наполненных полимерных композиций	6
6	1; 2; 3	Влияние переработки на механические свойства наполненных полимерных композиций	6

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче зачета с оценкой (8 семестр) и лабораторного практикума (8 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения,

предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольных работы (1- Разделы 1,2 ; 2- раздел 3). Максимальная оценка за контрольные работы по 15 баллов за каждую по 7,5 баллов за вопрос. 30 баллов отводятся на лабораторные работы.

Разделы 1,2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса по 7,5 баллов за вопрос.

Вопрос 1.1.

1. Особенности реологического поведения полимерных материалов при переработке и эксплуатации.
2. Механизм смешения при переработке полимерных материалов методом экструзии.

Вопрос 1.2.

1. Реологические эффекты при переработке полимеров обусловленные проявлением нормальных напряжений
2. Обобщенная характеристика червяка и головки при переработке методом экструзии. Выбор оптимальных режимов переработки.

Вопрос 1.3.

1. Понятие спектра времен релаксации. Влияние различных факторов.
2. Вальцевание полимерных композиций. Назначение. Механизм смешения. Распорные усилия.

Вопрос 1.4.

1. Основная реологическая характеристика и формы ее выражения.
2. Основные методы смешения полимерных композиций. Назначение операции смешения. Механизмы смешения в различных аппаратах.

Вопрос 1.5.

1. Основные закономерности внешнего трения. Влияние различных факторов
2. Механизм смешения при переработке полимерных материалов методом экструзии.

Вопрос 1.6.

1. Особенности реологического поведения полимерных материалов при переработке и эксплуатации.
2. Вальцевание полимерных композиций. Назначение. Механизм смешения. Распорные усилия.

Вопрос 1.7.

1. Реологические эффекты при переработке полимеров обусловленные проявлением нормальных напряжений
2. Основная реологическая характеристика и формы ее выражения.

Вопрос 1.8.

1. Механизм смешения при переработке полимерных материалов методом экструзии.
2. Понятие энергии активации вязкого течения. Влияние различных факторов.

Вопрос 1.9.

1. Понятие спектра времен релаксации. Влияние различных факторов.
2. Обобщенная характеристика червяка и головки при переработке методом экструзии. Выбор оптимальных режимов переработки.

Вопрос 1.10

1. Правило логарифмической аддитивности. Температурно-инвариантная характеристика вязкости.
2. Основные методы смешения полимерных композиций. Назначение операции смешения. Механизмы смешения в различных аппаратах.

Вопрос 1.11.

1. Основные закономерности внешнего трения. Влияние различных факторов.
2. Роль внешнего трения при переработке полимеров.

Вопрос 1.12.

1. Реологические эффекты при переработке полимеров обусловленные проявлением нормальных напряжений
2. Вальцевание полимерных композиций. Назначение. Механизм смешения. Распорные усилия.

Вопрос 1.13.

1. Кривые течения полимерных композиций. Влияние рецептурно технологических факторов.
2. Особенности реологического поведения полимерных материалов при переработке и эксплуатации.

Вопрос 1.14.

1. Особенности реологического поведения полимерных материалов при переработке и эксплуатации.
2. Основные методы смешения полимерных композиций. Назначение операции смешения. Механизмы смешения в различных аппаратах.

Вопрос 1.15.

1. Обобщенная характеристика червяка и головки при переработке методом экструзии. Выбор оптимальных режимов переработки.
2. Основная реологическая характеристика и формы ее выражения.

Вопрос 1.16.

1. Правило логарифмической аддитивности. Температурно-инвариантная характеристика вязкости.
2. Классификация методов оценки реологических свойств.

Вопрос 1.17.

1. Кривые течения полимерных композиций. Влияние рецептурно технологических факторов.
2. Основные методы смешения полимерных композиций. Назначение операции смешения. Механизмы смешения в аппаратах различного типа.

Вопрос 1.18.

1. Изменение свойств полимера вблизи поверхности наполнителя. Понятие поверхностного граничного слоя.
2. Влияние дисперсности наполнителя на реологические, термомеханические и физико-механические свойства ПКМ.

Вопрос 1.19.

1. Реологические свойства высококонцентрированных наполненных композиций и способы их регулирования.
2. Основной закон трения. Адгезия, аутогезия, когезия. Влияние температуры и скорости скольжения на внешнее трение полимерных композиций.

Вопрос 1.20.

1. Применение принципа температурно-временной суперпозиции к внешнему трению полимеров. Трение в стеклообразном, высокоэластическом и вязкотекучем состоянии.
2. Влияние рецептурных факторов, качества подложки, ее вибрации на внешнее трение.

Вопрос 1.21.

1. Изменение свойств полимера вблизи поверхности наполнителя. Понятие поверхностного граничного слоя
2. Влияние соотношения внутреннего и внешнего трения на особенности формования полимерных композиций. Виды и причины брака при формовании.

Вопрос 1.22.

1. Особенности реологического поведения полимерных материалов при переработке и эксплуатации.
2. Механизм смешения при переработке полимерных материалов методом экструзии.

Вопрос 1.23.

1. Реологические эффекты при переработке полимеров обусловленные проявлением нормальных напряжений
2. Обобщенная характеристика червяка и головки при переработке методом экструзии. Выбор оптимальных режимов переработки.

Вопрос 1.24.

1. Понятие спектра времен релаксации. Влияние различных факторов.
2. Вальцевание полимерных композиций. Назначение. Механизм смешения. Распорные усилия.

Вопрос 1.25.

1. Основная реологическая характеристика и формы ее выражения.
2. Основные методы смешения полимерных композиций. Назначение операции смешения. Механизмы смешения в различных аппаратах.

Вопрос 1.26.

1. Основные закономерности внешнего трения. Влияние различных факторов
2. Механизм смешения при переработке полимерных материалов методом экструзии.

Вопрос 1.27.

1. Особенности реологического поведения полимерных материалов при переработке и эксплуатации.
2. Вальцевание полимерных композиций. Назначение. Механизм смешения. Распорные усилия.

Вопрос 1.28.

1. Реологические эффекты при переработке полимеров обусловленные проявлением нормальных напряжений
2. Основная реологическая характеристика и формы ее выражения.

Вопрос 1.29.

1. Механизм смешения при переработке полимерных материалов методом экструзии.
2. Понятие энергии активации вязкого течения. Влияние различных факторов.

Вопрос 1.30.

1. Понятие спектра времен релаксации. Влияние различных факторов.
2. Обобщенная характеристика червяка и головки при переработке методом экструзии. Выбор оптимальных режимов переработки.

Вопрос 1.31.

1. Правило логарифмической аддитивности. Температурно-инвариантная характеристика вязкости.
2. Основные методы смешения полимерных композиций. Назначение операции смешения. Механизмы смешения в различных аппаратах.

Вопрос 1.32.

1. Основные закономерности внешнего трения. Влияние различных факторов.
2. Роль внешнего трения при переработке полимеров.

Вопрос 1.33.

1. Реологические эффекты при переработке полимеров обусловленные проявлением нормальных напряжений
2. Вальцевание полимерных композиций. Назначение. Механизм смешения. Распорные усилия.

Вопрос 1.34.

1. Кривые течения полимерных композиций. Влияние рецептурно технологических факторов.
2. Особенности реологического поведения полимерных материалов при переработке и эксплуатации.

Вопрос 1.35.

1. Особенности реологического поведения полимерных материалов при переработке и эксплуатации.
2. Основные методы смешения полимерных композиций. Назначение операции смешения. Механизмы смешения в различных аппаратах.

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса по 7,5 баллов за вопрос.

Вопрос 2.1.

1. Особенности гидродинамики, тепло - и массопередачи в процессах переработки полимеров.
2. Вальцевание полимерных композиций. Структура потоков. Понятие распорного усилия

Вопрос 2.2.

1. Процесс экструзии и применяемое оборудование.
2. Основные методы смешения полимерных композиций. Назначение операции смешения. Механизмы смешения в различных аппаратах.

Вопрос 2.3.

1. Влияние адгезии на механические свойства наполненных полимерных композиций. Возможности усиления ПКМ при отсутствии адгезии с наполнителем.
2. Особенности влияния параметров литья под давлением на свойства термопластов и реактопластов.

Вопрос 2.4.

1. Основные методы смешения полимерных композиций. Назначение операции смешения. Механизмы смешения в различных аппаратах.
2. Способы регулирования структурно-механических свойств полимеров при литье под давлением.

Вопрос 2.5.

1. Влияние адгезии на механические свойства наполненных полимерных композиций. Возможности усиления ПКМ при отсутствии адгезии с наполнителем.
2. Вальцевание полимерных композиций. Структура потоков. Понятие распорного усилия

Вопрос 2.6.

1. Показатели физико-механических свойств полимеров и методы их определения.
2. Причины возникновения внутренних напряжений в полимерных материалах, их количественная оценка и влияние на свойства изделий.

Вопрос 2.7.

1. Пути регулирования усадки при литье под давлением и ее влияние на свойства изделий.
2. Основные методы смешения полимерных композиций. Назначение операции смешения. Механизмы смешения в различных аппаратах.

Вопрос 2.8.

1. Реологические свойства высококонцентрированных наполненных композиций и способы их регулирования.
2. Влияние параметров литья под давлением на свойства термопластов и реактопластов.

Вопрос 2.9.

1. Понятие усадки, способы ее регулирования при литье под давлением и влияние на свойства изделий.
2. Вальцевание полимерных композиций. Структура потоков. Понятие распорного усилия

Вопрос 2.10.

1. Выбор оптимальных режимов переработки при экструзии.
2. Вальцевание полимерных композиций. Структура потоков. Понятие распорного усилия

Вопрос 2.11.

1. Причины возникновения внутренних напряжений в полимерных материалах, их количественная оценка и влияние на свойства изделий.
2. Возможности регулирования адгезионной прочности и механических свойств ПКМ.

Вопрос 2.12.

1. Показатели механических свойств полимеров и методы их определения.
2. На примере диаграмм " Давление - Время" , " Температура - Время " проанализировать влияние параметров литья под давлением на качество изделий.

Вопрос 2.13.

1. Особенности влияния параметров литья под давлением на свойства термопластов и реактопластов.
2. Понятие усадки, способы ее регулирования при литье под давлением, влияние на свойства изделий.

Вопрос 2.14.

1. Понятие поверхностного граничного слоя. Его влияние на реологические и механические свойства наполненных композиций.
2. Особенности переработки термо- и реактопластов методом литья под давлением

Вопрос 2.15.

1. На примере диаграмм " Давление - Время" , " Температура - Время " проанализировать влияние параметров литья под давлением на качество изделий.
2. Влияние наполнителя на реологические свойства ПКМ

Вопрос 2.16.

1. Роль поверхностных явлений в формировании реологических и механических свойств наполненных полимерных композиций.
2. Особенности переработки термо- и реактопластов методом литья под давлением

Вопрос 2.17.

1. Понятие усадки, способы ее регулирования при литье под давлением, влияние на свойства изделий.
2. Влияние наполнителя на реологические свойства ПКМ

Вопрос 2.18.

1. На примере диаграмм " Давление - Время" , " Температура - Время " проанализировать влияние параметров литья под давлением на качество изделий.
2. Виды потоков при экструзии и их аналитическое представление

Вопрос 2.19.

1. Особенности гидродинамики, тепло - и массопередачи в процессах переработки полимеров.
2. Вальцевание полимерных композиций. Структура потоков. Понятие распорного усилия

Вопрос 2.20.

1. Процесс экструзии и применяемое оборудование.
2. Основные методы смешения полимерных композиций. Назначение операции смешения. Механизмы смешения в различных аппаратах.

Вопрос 2.21.

1. Влияние адгезии на механические свойства наполненных полимерных композиций. Возможности усиления ПКМ при отсутствии адгезии с наполнителем.
2. Особенности влияния параметров литья под давлением на свойства термопластов и реактопластов.

Вопрос 2.22.

1. Основные методы смешения полимерных композиций. Назначение операции смешения. Механизмы смешения в различных аппаратах.
2. Способы регулирования структурно-механических свойств полимеров при литье под давлением.

Вопрос 2.23.

1. Влияние адгезии на механические свойства наполненных полимерных композиций. Возможности усиления ПКМ при отсутствии адгезии с наполнителем.
2. Вальцевание полимерных композиций. Структура потоков. Понятие распорного усилия

Вопрос 2.24.

1. Показатели физико-механических свойств полимеров и методы их определения.
2. Причины возникновения внутренних напряжений в полимерных материалах, их количественная оценка и влияние на свойства изделий.

Вопрос 2.25.

1. Пути регулирования усадки при литье под давлением и ее влияние на свойства изделий.
2. Основные методы смешения полимерных композиций. Назначение операции смешения. Механизмы смешения в различных аппаратах.

Вопрос 2.26.

1. Реологические свойства высококонцентрированных наполненных композиций и способы их регулирования.
2. Влияние параметров литья под давлением на свойства термопластов и реактопластов.

Вопрос 2.27.

1. Понятие усадки, способы ее регулирования при литье под давлением и влияние на свойства изделий.
2. Вальцевание полимерных композиций. Структура потоков. Понятие распорного усилия

Вопрос 2.28.

1. Выбор оптимальных режимов переработки при экструзии.
2. Вальцевание полимерных композиций. Структура потоков. Понятие распорного усилия

Вопрос 2.29.

1. Причины возникновения внутренних напряжений в полимерных материалах, их количественная оценка и влияние на свойства изделий.
2. Возможности регулирования адгезионной прочности и механических свойств ПКМ.

Вопрос 2.30.

1. Показатели механических свойств полимеров и методы их определения.
2. На примере диаграмм " Давление - Время" , " Температура - Время " проанализировать влияние параметров литья под давлением на качество изделий.

Вопрос 2.31.

1. Особенности влияния параметров литья под давлением на свойства термопластов и реактопластов.
2. Понятие усадки, способы ее регулирования при литье под давлением, влияние на свойства изделий.

Вопрос 2.32.

1. Понятие поверхностного граничного слоя. Его влияние на реологические и механические свойства наполненных композиций.
2. Особенности переработки термо- и реактопластов методом литья под давлением

Вопрос 2.33.

1. На примере диаграмм " Давление - Время" , " Температура - Время " проанализировать влияние параметров литья под давлением на качество изделий.
2. Влияние наполнителя на реологические свойства ПКМ

Вопрос 2.34.

1. Роль поверхностных явлений в формировании реологических и механических свойств наполненных полимерных композиций.
2. Особенности переработки термо- и реактопластов методом литья под давлением

Вопрос 2.35.

1. Понятие усадки, способы ее регулирования при литье под давлением, влияние на свойства изделий.
2. Влияние наполнителя на реологические свойства ПКМ

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (8 семестр – зачет с оценкой)

Билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. Вопрос 1 – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов. Максимальное количество баллов за **зачет с оценкой** – 40 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (8 семестр – зачет с оценкой).

Билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. Вопрос 1 – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов. Максимальное количество баллов за **зачет с оценкой** – 40 баллов.

1. Особенности реологического поведения полимерных материалов при переработке и эксплуатации

- Вальцевание полимерных композиций. Структура потоков. Понятие распорного усилия
2. Роль поверхностных явлений в формировании реологических свойств наполненных полимерных композиций.
 3. Смеси полимеров. Термодинамика смесей полимеров. Реологические и механические свойства смесей полимеров
 4. Роль поверхностных явлений в формировании механических свойств наполненных полимерных композиций
 5. Реологические свойства высококонцентрированных наполненных композиций и способы их регулирования.
 6. Влияние дисперсности наполнителя на реологические, термомеханические и физико-механические свойства ПКМ.
 7. Механические модели реологического поведения полимерных материалов
 8. Зависимость вязкости от структуры и молекулярно-массовых характеристик полимера
 9. Обобщенная характеристика червяка и головки при переработке методом экструзии. Выбор оптимальных режимов переработки.
 10. Принцип концентрационно-временной суперпозиции ее аналитическое представление
 11. Влияние дисперсности наполнителя на реологические, термомеханические и физико-механические свойства ПКМ.
 12. Изменение свойств полимера вблизи поверхности наполнителя. Понятие поверхностного граничного слоя.
 13. Смеси полимеров. Термодинамика смесей полимеров. Реологические и механические свойства смесей полимеров
 14. Математическое описание процесса течения. Механические модели реологического поведения полимерных материалов.
 15. Основные аппараты для смешения полимерных композиций. Механизм смешения в барабанных объемных смесителях гравитационного типа.
 16. Виды аномалий вязкости Математическое описание процесса течения.
 17. Процесс экструзии и применяемое оборудование. Анализ работы экструдера. Виды потоков при экструзии и их аналитическое представление
 18. Комплексный динамический модуль и динамическая вязкость.
 19. Вальцевание полимерных композиций. Структура потоков. Понятие распорного усилия
 20. Принцип пьезо-временной суперпозиции ее аналитическое представление
 21. Литье под давлением термопластов
 22. Реологические свойства высококонцентрированных наполненных композиций и способы их регулирования.
 23. Обобщенная характеристика червяка и головки при переработке методом экструзии. Выбор оптимальных режимов переработки.
 24. Экспериментальные соотношения между нормальными и касательными напряжениями и скоростью сдвига.
 25. Влияние параметров процесса смешения компонентов на реологические и механические свойства полимерных материалов.
 26. Изменение свойств полимера вблизи поверхности наполнителя. Понятие поверхностного граничного слоя.
 27. Смеси полимеров. Термодинамика смесей полимеров. Реологические и механические свойства смесей полимеров
 28. Особенности влияния параметров литья под давлением на свойства термопластов и реактопластов.
 29. Основные аппараты для смешения полимерных композиций. Механизм смешения в барабанных объемных смесителях гравитационного типа.
 30. Правило логарифмической аддитивности.

31. Причины возникновения внутренних напряжений в полимерных материалах, их количественная оценка и влияние на свойства изделий.
32. Особенности влияния параметров литья под давлением на свойства термопластов и реактопластов.
33. Влияние дисперсности наполнителя на реологические, термомеханические и физико-механические свойства ПКМ.
34. Роль поверхностных явлений в формировании реологических свойств наполненных полимерных композиций.
35. Основные аппараты для смешения полимерных композиций. Механизм смешения в барабанных объемных смесителях гравитационного типа.
36. Механические модели реологического поведения полимерных материалов.
37. Виды потоков при экструзии и их аналитическое представление
38. Особенности гидродинамики, тепло - и массопередачи в процессах переработки полимеров.
39. Особенности влияния параметров литья под давлением на свойства термопластов и реактопластов.
40. Причины возникновения внутренних напряжений в полимерных материалах, их количественная оценка и влияние на свойства изделий.
41. Вальцевание полимерных композиций. Структура потоков. Понятие распорного усилия
42. Роль поверхностных явлений в формировании механических свойств наполненных полимерных композиций
43. Причины возникновения внутренних напряжений в полимерных материалах, их количественная оценка и влияние на свойства изделий.
44. Основная реологическая характеристика. Виды аномалий вязкости. Зависимость вязкости от структуры и молекулярно-массовых характеристик полимера
45. Влияние соотношения внутреннего и внешнего трения на особенности формования полимерных композиций. Виды и причины брака при формовании.
46. Обобщенная характеристика вязкостных свойств расплавов и растворов полимеров и каучуков с широким и узким молекулярно-массовым распределением.
47. Влияние дисперсности наполнителя на реологические, термомеханические и физико-механические свойства ПКМ.
48. Реологические эффекты при переработке полимеров обусловленные проявлением нормальных напряжений
49. Процесс экструзии и применяемое оборудование. Анализ работы экструдера. Виды потоков при экструзии и их аналитическое представление.
50. Реологические свойства высококонцентрированных наполненных композиций и способы их регулирования.
51. Смеси полимеров. Термодинамика смесей полимеров. Реологические и механические свойства смесей полимеров.
52. Влияние дисперсности наполнителя на реологические, термомеханические и физико-механические свойства ПКМ.
53. Влияние параметров литья под давлением на качество изделий.
54. Принцип концентрационно-временной суперпозиции ее аналитическое представление.
55. Вальцевание полимерных композиций. Структура потоков. Понятие распорного усилия.
56. Роль поверхностных явлений в формировании механических свойств наполненных полимерных композиций
57. Обобщенная характеристика червяка и головки при переработке методом экструзии. Выбор оптимальных режимов переработки.
58. Экспериментальные соотношения между нормальными и касательными напряжениями и скоростью сдвига.

59. Обобщенная характеристика червяка и головки при переработке методом экструзии. Выбор оптимальных режимов переработки.
60. Механизм гелеобразования. Влияние природы полимера и качества пластификатора. Оптимизация условий гелеобразования и характеристик пастообразующих полимеров
61. Особенности влияния параметров литья под давлением на свойства термопластов и реактопластов
62. Применение принципа температурно-временной суперпозиции к внешнему трению полимеров.
63. Трение в стеклообразном, высокоэластическом и вязкотекучем состоянии.
64. Особенности влияния параметров литья под давлением на свойства термопластов и реактопластов.
65. Основная реологическая характеристика. Виды аномалий вязкости.
66. Смеси полимеров. Термодинамика смесей полимеров. Реологические и механические свойства смесей полимеров
67. Роль поверхностных явлений в формировании реологических и механических свойств наполненных полимерных композиций
68. Обобщенная характеристика червяка и головки при переработке методом экструзии. Выбор оптимальных режимов переработки.
69. Реологические свойства высококонцентрированных наполненных композиций и способы их регулирования.
70. Причины возникновения внутренних напряжений в полимерных материалах, их количественная оценка и влияние на свойства изделий.
71. Основная реологическая характеристика. Виды аномалий вязкости.
72. Зависимость вязкости от структуры и молекулярно-массовых характеристик полимера
73. Механизм смешения при переработке полимерных материалов методом экструзии.
74. Основные аппараты для смешения полимерных композиций. Механизм смешения в барабанных объемных смесителях гравитационного типа.
75. Правило логарифмической аддитивности.
76. Причины возникновения внутренних напряжений в полимерных материалах, их количественная оценка и влияние на свойства изделий.
77. Особенности влияния параметров литья под давлением на свойства термопластов и реактопластов.
78. Влияние дисперсности наполнителя на реологические, термомеханические и физико-механические свойства ПКМ.
79. Роль поверхностных явлений в формировании реологических свойств наполненных полимерных композиций. Основная реологическая характеристика. Виды аномалий вязкости.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы

8.4. Структура и пример билетов для зачета с оценкой (8 семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «**Теория технологических процессов**» проводится в 8 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины. Билет для **Зачета с оценкой** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для зачета с оценкой:

"Утверждаю" Зав. кафедрой ХТВМС _____ В.А. Петров "__" ____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева Кафедра ХТВМС Специальность 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий" Специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов и твёрдых ракетных топлив" Дисциплина: Теория технологических процессов
"__" ____ 20__ г. Студент гр. И-45 _____ Билет № 1 1. Основная реологическая характеристика. Виды аномалий вязкости. Зависимость вязкости от структуры и молекулярно-массовых характеристик полимера. 2. Основные методы смешения полимерных композиций. Назначение операции смешения. Механизмы смешения в различных аппаратах.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

А. Базовая (фундаментальная) литература

1. Основы технологии переработки пластмасс: Учебник для вузов/ Власов С.В., Кандырин Л.Б. , Кулезнев В.Н. и др. М.:Мир, 2006.- 600 с.

Б. Основная литература

1. Лямкин Д.И., Дудочкина Е. А. Реологические и механические свойства наполненных полимерных композиций: учеб. Пособие /.- Москва.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017.- 96 с.

В. Дополнительная литература

1. Фиошина М.А., Русин Д.Л. Основы химии и технологий порохов и твердых ракетных топлив: Учебное пособие/ РХТУ им. Д.И.Менделеева. М.: 2004.316 с.
2. Бортников Г.В. Основы технологии переработки пластических масс. Л.: Химия, 1983. 304 с.
4. Липатов Ю.С. Физико-химия наполненных полимеров. М.: Химия, 1977. 303с.
5. Киреев В.В. Высокомолекулярные соединения.-М.: Юрайт, 2013.- 602 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ)
- Журнал «Пластические массы». ISSN: 0554-2901
- Журнал «Высокомолекулярные соединения». ISSN: 0507-5475
- Journal of Applied Polymer Science ISSN: 1097-4628

- Journal of Polymer Science Part A ISSN: 1099-0518
- Chinese Journal of Polymer Science ISSN: 1439-6203
- Рекламные материалы ведущих производителей полимерных материалов и изделий, оборудования для промышленности переработки пластмасс.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 15 (общее число слайдов – 202);
- макеты боеприпасов и метательных зарядов – более 40;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 50);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 50).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 г. составляет 1 559 436 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине "Теория технологических процессов" проводятся в форме лекций, лабораторных занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

Помещение для выполнения лабораторных работ оборудованное вытяжными шкафами, приточной и вытяжной вентиляцией. При выполнении лабораторных работ необходимо использовать следующие приборы: аналитические весы, смеситель полимерных композиций СЛ-4, лабораторные вальцы, вискозиметры «Реотест», реовискометр Гепплера и РВ-8. Разрывная машина Р-5, прибор СМП-РХТУ, ТМА, ДСК.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к разделам лекционного курса; наборы полимерных изделий.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками стекол и стеклоизделий.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	4	Бессрочная
2.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	4	Бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование Разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основные закономерности внутреннего и внешнего трения при переработке полимерных материалов	<i>Знает:</i> - современные методы оценки качества смешения компонентов и комплекса реологических характеристик полимерных композиций; <i>Умеет:</i> - проводить научные исследования в области переработки пластмасс и эластомеров; <i>Владеет:</i> - практическими навыками создания композиционных материалов с заданными свойствами.	Оценка за зачет с оценкой.
Раздел 2. Научные и инженерные основы процессов получения полимерных материалов	<i>Знает:</i> - современные методы оценки качества смешения компонентов и комплекса реологических характеристик полимерных композиций; <i>Умеет:</i> - проводить научные исследования в области переработки пластмасс и эластомеров; <i>Владеет:</i> - практическими навыками создания композиционных материалов с заданными свойствами.	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за зачет с оценкой.
Раздел 3. Технологические процессы формования полимерных материалов	<i>Знает:</i> - современные методы оценки качества смешения компонентов и комплекса реологических характеристик полимерных композиций; <i>Умеет:</i> - проводить научные исследования в области переработки пластмасс и эластомеров; <i>Владеет:</i> - практическими навыками создания композиционных материалов с заданными свойствами.	Оценка за контрольную работу №2 Оценка за лабораторный практикум Оценка за зачет с оценкой.

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
"Теория технологических процессов"
основной образовательной программы
18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий"
(Код и наименование специальности)

Специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов
и твердых ракетных топлив"
(Наименование ООП)

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание изменения/дополнения	Основание внесения изменения/дополнения
1.	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения	протокол заседания Ученого совета № 1 от 30 августа 2019 г.
2.	Изменения в части обновления договоров электронных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 2 от 30 сентября 2019 г.
3.	Изменения в части использования ЭО и ДОТ при реализации основных профессиональных образовательных программ	пр. ректора № 163-А от 16 марта 2020 г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева"

"УТВЕРЖДЕНО"

на заседании Учёного совета.

Протокол № 1 от 29 августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

"Энергонасыщенные материалы пиротехнического типа"

Специальность 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных
материалов и изделий"

Специализация "Химическая технология полимерных композиций,
порохов и твердых ракетных топлив"

Квалификация "Инженер"

Москва 2024 г.

Программа составлена:

старшим преподавателем кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений
Д.Б. Михалевым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д.И. Менделеева 18 июня 2024 г., протокол № 15.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий", специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов и твёрдых ракетных топлив" (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина " Энергонасыщенные материалы пиротехнического типа " относится к дисциплинам части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.06). Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физики, физической химии, технологии переработки энергонасыщенных материалов, физики в области полимеров; математики, а также по специальному курсу "Энергонасыщенные материалы: виды, свойства, применение".

Цель дисциплины заключается в формировании у обучающегося понятия пиротехнического состава, принципов компоновки пиротехнических составов, методов переработки, компонентов, используемых при изготовлении пиротехнических составов, , основ науки о получении и переработке термопластичных пиротехнических композиций различного назначения, перерабатываемых методом проходного прессования и изделий на их основе, конструкции пиротехнических изделий гражданского назначения.

Задачи дисциплины – формирование у обучающихся системных знаний в области компоновки и переработки пиротехнических составов, углублённых знаний в области переработки термопластичных пиротехнических композиций различного назначения, перерабатываемых методом проходного прессования с использованием процесса вальцевания и обладающих комплексом заданных эксплуатационных характеристик и изделий на их основе.

Дисциплина " Энергонасыщенные материалы пиротехнического типа " преподаётся в 9 семестре. Контроль успеваемости обучающихся ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения.

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Технологический тип задач профессиональной деятельности				
Организация эффективного и безопасного ведения технологических процессов получения энергонасыщенных материалов и изделий; выполнение инженерных расчетов, обеспечивающих проведение существующего технологического процесса или внесения в него необходимых дополнений и изменений; разработка мероприятий по обеспечению требуемого качества продукции, контролю над их выполнением, по предупреждению и устранению случаев нарушения технологического регламента; организация и участие в испытаниях готовой продукции; контроль над соблюдением технологической дисциплины, разбор случаев ее нарушения и анализ вызывающих их причин; подготовка и корректировка технологической документации; участие в проведении опытных работ по внедрению новых рецептур,	Технологические процессы получения энергонасыщенных материалов и изделий; методы и приборы для исследования и оценки эффективности и практической пригодности энергонасыщенных материалов и изделий; оборудование для производства и переработки энергонасыщенных материалов и изделий.	ПК-2 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для контроля его основных параметров, норм выработки и технологических нормативов расхода сырья, свойств сырья и готовой продукции, проверять техническое состояние оборудования, организовывать его профилактические осмотры; готов к обеспечению требований по техническому регулированию, к освоению и эксплуатации нового оборудования, обеспечению технологической безопасности.	ПК-2.3 Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции, навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом; методологией расчета основных параметров технологических процессов; навыками конструирования и проектирования аппаратов и оборудования химической технологии, по выбору технологической схемы производства энергонасыщенных материалов; навыками использования основных инструментов и правил технического регулирования и управления качеством, стандартизации и сертификации продуктов и изделий.	26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: разработки, проектирования, наладки, эксплуатации и совершенствования средств, методов получения и способов применения энергонасыщенных материалов и изделий; промышленного и опытного производства индивидуаль-ных и смесевых энергонасы-щенных материалов, исходных и промежуточных продуктов для их получения; промышленного и опытного производства изделий на основе энергонасыщенных материалов; эксплуатации и хранения энергонасыщенных материалов; надзора в области промышленной безопасности при получении и использовании
		ПК-5 Способен применять знания по химии и технологии полимерных композиций,	ПК-5.1 Знает теоретические основы процессов нитрования; основные методы и технологические процессы получения полимерных	

методик, освоению новых стандартов, новых приборов; анализ расхода сырья и материалов, разработка мероприятий по их экономии и энергосбережению; участие в разработке мероприятий по снижению аварийности, травматизма и профессиональной заболеваемости, по механизации и автоматизации процессов.		порохов и ТРТ различных типов и их отдельных компонентов для управления технологическим процессом, прогнозирования и регулирования основных эксплуатационных свойств, постановки задач по исследованию и проектированию технологии новых энергонасыщенных материалов и изделий	композиций, порохов и ТРТ различных типов; основные принципы выбора компонентов для создания новых полимерных композитов, энергонасыщенных материалов и технологических процессов их производства; аппаратное оформление процессов получения энергонасыщенных материалов различных типов; ПК-5.2 Умеет получать основные типы порохов и ТРТ; исследовать основные свойства и прогнозировать потенциальные области применения новых энергонасыщенных материалов различных типов; предлагать рецептуры составов для определённой области применения; прогнозировать пути совершенствования технологий получения и новые области применения энергонасыщенных материалов.	энергонасыщенных материалов и изделий). Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда; обобщение отечественного и зарубежного опыта. Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н, Обобщенная трудовая функция В. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем. В /02.6. Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований (уровень квалификации – 6).

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

знать:

- типы пиротехнических составов, способы компоновки ПТС, основные способы переработки ПТС, основные закономерности реологического поведения термопластичных пиротехнических композиций, перерабатываемых методом проходного прессования с использованием процесса вальцевания обладающих заданным комплексом технологических и эксплуатационных характеристик, конструкцию различных пиротехнических изделий гражданского назначения;

уметь:

- определять взаимосвязь реологических, технологических и эксплуатационных характеристик материалов с их рецептурными особенностями, качеством исходного сырья, полуфабрикатов и влиянием технологических добавок на вышеперечисленные параметры;

владеть:

- теоретическими и практическими навыками для разработки композиций с заданными эксплуатационными характеристиками, реологическими и технологическими свойствами.

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объём дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,89	32	24
в том числе в форме практической подготовки	–	–	–
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	–	–	–
в том числе в форме практической подготовки	–	–	–
Лабораторные работы (ЛР)	–	–	–
в том числе в форме практической подготовки	–	–	–
Самостоятельная работа	1,11	40	30
Контактная самостоятельная работа	1,11	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		39,6	29,7
в том числе в форме практической подготовки	–	–	–
Виды контроля:			
Экзамен	–	–	–
Контактная работа – промежуточная аттестация	–	–	–
Подготовка к экзамену		–	–
Вид итогового контроля:	Зачёт с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Название раздела	Академ. часов			
		Всего	Лекции	Самост. работа	В т.ч. в форме пр. подг
1.	Раздел 1. Понятие пиротехнического состава,	8	4	4	
1.1.	Виды пиротехнических составов, их классификация, области применения. Требования, предъявляемые к пиротехническим составам	4	2	2	
1.2.	Основные компоненты, используемые в пиротехнических составах и предъявляемые к ним требования	4	2	2	
2.	Раздел 2. Способы компоновки и переработки пиротехнических составов Основное оборудование, используемое в пиротехническом производстве	28	12	16	8
2.1.	Технологическая схема переработки пиротехнических составов	4	2	2	
2.2.	Фейерверочные пиротехнические составы, способы компоновки, методы оценки светотехнических характеристик, основные законы светотехники, системы описания цвета в технике	12	6	6	4
2.3.	Искро-форсовые фейерверочные составы, принципы компоновки, влияние природы и количества металлического горючего на искровую составляющую.	6	2	4	2
2.4.	Аэрозолеобразующие составы, способы и методы оценки ОТС, понятие коэффициента дымообразования	6	2	4	2
3.	Раздел 3. Метод проходного прессования с использованием процесса вальцевания при переработке термопластичных пиротехнических составов	26	12	14	7
3.1.	Основные закономерности реологического поведения пиротехнических составов. Роль реологии в процессах смешения и переработки пиротехнических полимерных композиций	12	6	6	3
3.2.	Влияние модифицирования энергонасыщенных полимерных композитов на их реологические и технологические характеристики, внутреннее и внешнее трение	8	4	4	2
3.3.	Особенности процесса прессования и конструкции прессинструмента для производства пиротехнических изделий методом проходного прессования	6	2	4	2
4.	Раздел 4. Пиротехнические изделия гражданского применения	10	4	6	
4.1.	Конструкция фейерверочных изделий различного типа, их тактико-технические характеристики	3	1	2	
4.2.	Основные виды и конструкции аэрозольных огнетушителей и их ТТХ	3	1	2	
4.3.	Виды огнепроводных шнуров, их технические характеристики. Безоболочечные термопластичные огнепроводные шнуры различного назначения	4	2	2	
	Всего часов	72	32	40	15

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Понятие пиротехнического состава.

1.1 Понятие термина «пиротехника». Области применения пиротехнических составов и изделия на их основе, специальные требования. Виды пиротехнических составов, классификация пиротехнических составов по принципу действия. Понятие ИВВ, типы ИВВ. Основные требования, предъявляемые к ПТС

1.2 Основные компоненты, используемые в производстве пиротехнических составов: окислители первого и второго рода, виды горючих, связующие, требования, предъявляемые к компонентам. Методы подготовка исходных компонентов и используемое оборудование. Меры безопасности при работе с исходными компонентами.

Раздел 2. Способы компоновки и переработки пиротехнических составов. Основное оборудование, используемое в пиротехническом производстве.

2.1 Блок-схема производства пиротехнических составов. Смешение пиротехнических составов и используемое оборудование. Основные методы формования пиротехнических изделий: глухое прессование, литье, лаковая технология, влажное формование, проходное прессование, насыпные пиротехнические составы. Основные преимущества и недостатки различных методов переработки. Основное оборудование.

2.2 Теория цвета, законы цветообразования, молекулярное и атомарное излучения, система описания цвета в технике, мнимые цвета, основные законы цветопередачи. Способы компоновки цветопламенных пиротехнических композиций. Определение светотехнических характеристик пиротехнических композиций.

2.3 Искро-форсовые фейерверочные составы, принципы компоновки, влияние природы и количества металлического горючего на искровую составляющую.

2.4 Аэрозолеобразующие составы. Принципы компоновки, основные характеристики, способы их определения. Понятие дымности, основные законы светопропускания, коэффициент дымообразования

Раздел 3. Метод проходного прессования с использованием процесса вальцевания при переработке термопластичных пиротехнических составов.

3.1 Технологическая схема переработки. Вальцевание пиротехнических композиций, особенности компоновки. Реологические особенности поведения пиротехнических составов, перерабатываемых методом проходного прессования в зависимости от рецептурно-технологических параметров.

3.2 Способы регулирования реологических характеристик, модифицирующие добавки. Оборудование, используемое при проходном прессовании ПТС методом проходного прессования.

3.4 Коэффициент технологичности ПТС, технологические особенности процесса прессования, конструктивные особенности формирующих втулок.

Раздел 4. Пиротехнические изделия гражданского применения.

4.1 Конструкция и ТТХ фейерверочных изделий: салютных шаров, бураков, римской свечи.

4.2 Типы аэрозольных огнетушителей, особенности конструкции, ТТХ

4.3 Типы огнепроводных шнуров. Безоболочечные огнепроводные шнуры на полимерной основе, основные характеристики, принцип работы. Термопластичные замедлительные композиции, области применения, основные требования, изделия на их основе.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:				
1.	– основы науки о пиротехнических композициях, их получении и переработке. Основы теории цвета и способов компоновки фейерверочных композиций, перерабатываемых в готовые изделия методом проходного прессования и обладающих улучшенными технологическими и эксплуатационными характеристиками;	+	+	+	
	Уметь:				
2.	– определять взаимосвязь реологических, технологических и эксплуатационных характеристик с их рецептурными особенностями, качеством исходного сырья, полуфабрикатов и влиянием технологических добавок на вышеперечисленные параметры;		+	+	
	Владеть:				
3.	– теоретическими и практическими навыками для разработки композиций с заданными эксплуатационными, реологическими и технологическими свойствами. – теоретическими и практическими навыками для разработки изделий с использованием пиротехнических составов различного назначения			+	+

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:						
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК				
4.	ПК-2 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для контроля его основных параметров, норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, свойств сырья и готовой продукции, проверять техническое состояние оборудования, организовывать его профилактические осмотры; готов к обеспечению требований по техническому регулированию, к освоению и эксплуатации нового оборудования, обеспечению технологической безопасности.	ПК-2.3 Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции, навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом; методологией расчета основных параметров технологических процессов; навыками конструирования и проектирования аппаратов и оборудования химической технологии, по выбору технологической схемы производства энергонасыщенных материалов; навыками использования основных инструментов и правил технического регулирования и управления качеством, стандартизации и сертификации продуктов и изделий.		+	+	

5.	ПК-5 Способен применять знания по химии и технологии полимерных композиций, порохов и ТРТ различных типов и их отдельных компонентов для управления технологическим процессом, прогнозирования и регулирования основных эксплуатационных свойств, постановки задач по исследованию и проектированию технологии новых энергонасыщенных материалов и изделий.	ПК-5.1 Знает теоретические основы процессов нитрования; основные методы и технологические процессы получения полимерных композиций, порохов и ТРТ различных типов; основные принципы выбора компонентов для создания новых полимерных композитов, энергонасыщенных материалов и технологических процессов их производства; аппаратное оформление процессов получения энергонасыщенных материалов различных типов;	+	+		
6.		ПК-5.2 Умеет получать основные типы порохов и ТРТ; исследовать основные свойства и прогнозировать потенциальные области применения новых энергонасыщенных материалов различных типов; предлагать рецептуры составов для определённой области применения; прогнозировать пути совершенствования технологий получения и новые области применения энергонасыщенных материалов.	+	+	+	

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине не предусмотрены.

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебной программой дисциплины "Энергонасыщенные материалы пиротехнического типа" предусмотрена самостоятельная работа обучающимся в объёме 40 час., в том числе самостоятельное изучение разделов дисциплины. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- поиск и изучение интернет-ресурсов по тематике курса;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- подготовку к сдаче зачёта с оценкой (9 семестр).

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Реферативно-аналитические работы по дисциплине не предусмотрены.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля в 9 семестре предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по разделам 1, 2, и 3-4). Максимальная оценка за каждую контрольную работу составляет- 20 баллов, суммарно, за все контрольные работы - 60 баллов.

Разделы 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса.

1. Область применения пиротехнических изделий.
2. Классификация пиротехнических составов по действию
3. Основное требование, предъявляемые к пиротехническим составам.
4. Виды пиротехнических составов.
5. Понятие инициирующих пиротехнических составов.
6. Виды ИВВ.
7. Классификация ИВВ по чувствительности к первичному импульсу.
8. Области применения ИВВ.
9. Блок-схема изготовления пиротехнических составов.
10. Основные требования, предъявляемые к окислителям.
11. Классификация окислителей, используемых в пиротехнике.
12. Основные требования, предъявляемые к горючим и связующим.
13. Типы горючих, используемых при производстве пиротехнических составов.

Разделы 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 20 балла. Контрольная работа содержит 3 вопроса.

1. Основные способы формования ПТС.
2. Глухое прессование. К уплотнения, факторы, влияющие на баллистические характеристики пиротехнических составов.
3. Основные недостатки метода глухого прессования.
4. Молекулярный и атомарный спектр излучения, отличительные особенности.
5. Основные физические законы светопропускания. Закон Бугера-Ламберта-Беера. Коэффициент дымообразования.
6. Что такое цвет?. Восприимчивость человеческого глаза к электромагнитному излучению. Понятие эквивалентной длины волны
7. Понятие чистоты цвета.
8. Яркость.
9. Способы описания цвета (цветовые модели). Понятие цветового охвата.
10. Способы окрашивания пламени в пиротехнике.
11. Методы определения светотехнических характеристик в пиротехнике.
12. Основные светотехнические величины.
13. Субтрактивный и аддитивный способы получения цвета.
14. Понятие «мнимого цвета».
15. Способы оценки основных светотехнических показателей пиротехнических составов
16. Понятие цветовой температуры. Закон Стефана-Больцмана.
17. Принципы компоновки цветопламенных пиротехнических составов.
18. Основные спектральные диапазоны. Границы участков характерных цветов;
19. Специальные характеристики цветности. Способы их определения.
20. Физические основы цвета. Законы смешения цветов;
21. Законы смешения цветов. Принципиальная разница между субтрактивным и аддитивным методом получения цвета;
22. Способы нахождения цветовых координат;
23. Векторное представление основных цветов. Цветовое уравнение. Цвет и Цветность;
24. Цветовой треугольник Максвелла. Координаты цветности и их вычисление;
25. Кривые сложения цветов в системе RGB;
26. Переход системы RGB в систему XYZ;
27. Кривые сложения цветов в системе XYZ;
28. Цветовой треугольник в системе XYZ;
29. Понятия: цветовой тон, насыщенность цвета, доминирующая длина волны и насыщенность;
30. Светотехнические характеристики;
31. Определение длины волны и чистоты цвета на диаграмме цветности;
32. Излучение абсолютно черного тела (кривая Планка);
33. Методы измерения цвета;
34. Метод фотоэлектрической колориметрии;
35. Спектрофотометрический метод измерения цвета;
36. Основы образования цвета при горении составов;

Разделы 3 и 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 20 балла. Контрольная работа содержит 3 вопроса.

- 1.. Сравнения вальцевой и безвальцевой схема проходного прессования ПТС. Недостатки и преимущества данных схем.
2. Преимущества схемы проходного прессования с процессом вальцевания.
3. Особенности внешнего трения ПТС в сравнении с внешним трением БП.
4. Основные закономерности внешнего трения ПТС, отличительные особенности.
5. Основные закономерности внутреннего трения ПТС, отличительные особенности.
6. Коэффициент технологичности. Отличительные особенности K_T для ПТС.
7. Зависимость K_T от рецептурно- технологических параметров ПТС.
8. Влияние на давление прессования рецептурно- технологических параметров ПТС.
9. Особенности конструкции прессинструмента для изготовления ПТС.
10. Устройство римской свечи и ее ТТХ.
11. Устройство салютных шаров и их ТТХ.
12. Схема аэрозольного огнетушителя.
- 13 Типы аэрозольных огнетушителей и их ТТХ.
14. Типы огнепроводных шнуров.
15. Канальные огнепроводные шнуры.
16. Замедлительные огнепроводные шнуры. Основные требования, предъявляемые к данному типу шнуров, изделия на их основе.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (9 семестр – зачёт с оценкой).

Билет к зачёту с оценкой включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса, каждый по 10 баллов. Максимальное количество баллов за зачёт с оценкой (9 семестр) – 40 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (9 семестр – зачёт с оценкой).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса. Каждый вопрос оценивается в 10 баллов. Максимальное количество баллов за *экзамен* (9 семестр) – 40 баллов.

Фонд оценочных средств приведён в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и пример билетов для зачёта с оценкой (9 семестр)

Зачёт с оценкой по дисциплине "Управление качеством энергонасыщенных материалов" проводится в 9 семестре и включает контрольные вопросы по пяти разделам (1, 2, 3, 4, 5) рабочей программы дисциплины. Билет для зачёта с оценкой состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для зачёта с оценкой:

"Утверждаю" Зав. кафедрой ХТБМС _____ В.А. Петров " " _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева Кафедра ХТБМС Специальность 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий" Специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов и твёрдых ракетных топлив" Дисциплина: Энергонасыщенные материалы пиротехнического типа
" " _____ 20__ г. Студент гр. И-35 _____ Билет № 1 1. Область применения пиротехнических изделий. 2. Особенности конструкции прессинструмента для изготовления ПТС. 3. Молекулярный и атомарный спектр излучения, отличительные особенности. 4. Основные компоненты входящие в состав цветных пиротехнических композиций и назначение каждого из них;	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Шидловский А. А. Основы пиротехники / А. А. Шидловский – Москва: «Машиностроение», 1973.
2. Характеристики цветного пиротехнического пламени. / Батунова Г. С. [и др.] – Казань: КНИТУ. 2012.
3. Г. С. Батунова, Н. Х. Валеев, Ю. П. Карпов, Л. Н. Свиридов. Лабораторные работы по курсу "Теоретические основы пиротехники". - М.: ЦНИИНТИ, 1982
4. Русин Д.Л. Основы комплексного модифицирования полимерных композитов, перерабатываемых проходным прессованием. – М.: РХТУ, 2008.
5. Фиошина М.А., Русин Д.Л. Основы химии и технологии порохов и твердых ракетных топлив. Учебное пособие. М.: РХТУ, 2001; 2-е изд. РХТУ, 2004.
6. Сперлинг Л., Взаимопроникающие полимерные сетки и аналогичные материалы.- М.: Мир, 1984
7. Берлин А.А., Вольфсон С.А., Ошмян В.Г., Ениколопов Н.С., Принципы создания композиционных полимерных материалов.- М.: Химия, 1990.
8. Липатов Ю.С. Физическая химия наполненных полимеров.- М.: Химия, 1977
9. Русин Д.Л., Фиошина М.А. Введение в реологию полимерных материалов. М.: МХТИ. 1981

Б. Дополнительная литература

1. Русин Д.Л., Кожух М.С., Михалев Д.Б., Копылов Н.П. и др. Пиротехнический шнур и композиция для его изготовления. Пат. РФ №2026277, 10.01.1995.
2. Русин Д.Л., Денисюк А.П. и др. Пиротехнический аэрозолеобразующий огнетушащий композиционный материал и способ его получения. Пат. РФ №2185865, 27.07.2002.

3. Русин Д.Л., Денисюк А.П и др. Пиротехническое топливо для термогазогенераторов, применяемых для обработки продуктивного пласта в нефтяных скважинах, пат. РФ №2231634, 27.06.2004.
4. Жегров Е. Ф. Технология порохов и твердых ракетных топлив в приложении к конверсионным программам /Е. Ф. Жегров, Ю. М. Милехин, Е. В. Берковская. – М.: Архитектура-С, 2006. – 392 с.
5. Торнер Р.В. Теоретические основы переработки пластмасс.- М.: Химия, 1978
6. Петров Г.А. Скорость распространения волны гомогенно-гетерогенных реакций в открытой гетерогенной химической системе / Г.А. Петров, А.Г. Петров. – М.: Химия. – 2001.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Журнал "Химическая физика". ISSN: 0207-401X.
- Журнал "Физика горения и взрыва". ISSN: 0430-6228.
- Журнал "Аэрокосмическая техника" ("Ракетная техника и космонавтика"). ISSN: 0131-8209.
- Журнал "Боеприпасы. XXI век". ISSN: 2073-6649.
- Журнал "Боеприпасы и спецхимия". ISSN: 1995-154X.
- Журнал "Боеприпасы и высокоэнергетические конденсированные системы". ISSN: 1999-6500.
- Журнал "Успехи в химии и химической технологии". ISSN: 1506-2017.
- Журнал "Propellants, Explosives, Pyrotechnics". ISSN: 0721-3115.
- Журнал "Central European Journal of Energetic Materials". ISSN: 1733-7178.
- Рекламные материалы ведущих НИИ и заводов ОПК в области артиллерии, ракетной техники, порохов, твёрдых ракетных топлив, пиротехнических составов и средств.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 13;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 50);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 50).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 г. составляет 1 559 436 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к

профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине "Управление качеством энергонасыщенных материалов" проводятся в форме лекций, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для обучающихся, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

Лаборатория, оборудованная специальными защитными кабинами для размещения опасных приборов, компрессором высокого (до 22 МПа) давления, рабочим местом для слесарных работ для проведения ремонтных и регламентных работ на приборах, термокамерой для термостатирования образцов, техническими и аналитическими весами.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Макеты боеприпасов и метательных зарядов, образцы порохов, шашек твёрдого ракетного топлива, используемых в отечественных образцах вооружений.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет, испытательное оборудование (прибор постоянного давления и манометрическая бомба), укомплектованные специальными измерительными приборами (преобразователи сигналов, усилители, цифровые осциллографы и АЦП, цифровые вольтметры, скоростные видеокамеры), для определения параметров горения порохов и ТРТ в широком диапазоне давления (от атмосферного до 400 МПа).

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебники и учебные пособия по дисциплине, справочные материалы, факультетская спец. библиотека книжных изданий, журналов и диссертационных работ.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; справочные материалы в электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	4	Бессрочная
2.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	4	Бессрочная
3.	OriginPro 8.1 Department Wide License	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	4	Бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
1	2	3
Раздел 1. Понятие пиротехнического состава,.	<i>Знает:</i> - области применения пиротехнических составов; - основные требования, предъявляемые к ПТС; - основные компоненты, используемые в ПТС;	Оценка за контрольную работу №1. Оценка за зачёт с оценкой
Раздел 2. Способы компоновки и переработки пиротехнических составов Основное оборудование, используемое в пиротехническом производстве	<i>Знает:</i> - принципы компоновки ПТС; различного назначения; - способы переработки ПТС; - способы образования цвета в пиротехнике;	Оценка за контрольную работу №2. Оценка за зачёт с оценкой
Раздел 3 Метод проходного прессования с использованием процесса вальцевания при переработке термопластичных пиротехнических составов	<i>Знает:</i> - отличительные особенности реологического поведения ПТС, перерабатываемых проходным прессованием; - особенности конструкции прессинструмента;	Оценка за контрольную работу №3. Оценка за зачёт с оценкой
Раздел 4. Пиротехнические изделия гражданского применения	<i>Знает:</i> - конструкцию пиротехнических изделий гражданского применения	Оценка за контрольную работу №3. Оценка за зачёт с оценкой

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
" Энергонасыщенные материалы пиротехнического типа "
основной образовательной программы
18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий"
(Код и наименование специальности)

Специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов
и твердых ракетных топлив"
(Наименование ООП)

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание изменения/дополнения	Основание внесения изменения/дополнения
1.	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения	протокол заседания Ученого совета № 1 от 30 августа 2019 г.
2.	Изменения в части обновления договоров электронных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 2 от 30 сентября 2019 г.
3.	Изменения в части использования ЭО и ДОТ при реализации основных профессиональных образовательных программ	пр. ректора № 163-А от 16 марта 2020 г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева"

"УТВЕРЖДЕНО"

на заседании Учёного совета.

Протокол № 1 от 29 августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

"Учебная научно-исследовательская работа"

Специальность 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных
материалов и изделий"

Специализация "Химическая технология полимерных композиций,
порохов и твердых ракетных топлив"

Квалификация "Инженер"

Москва 2024 г.

Программа составлена:

д.т.н., профессором химии и технологии высокомолекулярных соединений

А.П. Денисюком,

к.т.н., доцентом кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений

В.А. Сизовым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д.И. Менделеева 18 июня 2024 г., протокол № 15.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий", специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов и твёрдых ракетных топлив" (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина "Учебная научно-исследовательская работа" относится к дисциплинам части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.07). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общетеоретических курсов органической, аналитической и физической химии, а также профилирующих курсов специализации №2 "Химическая технология полимерных композиций, порохов и твёрдых ракетных топлив" специальности "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий": "Химическая физика", "Теория технологических процессов", "Химия полимеров", "Физика полимеров", "Технология переработки ЭНМ", "Технология смесевых ЭНМ". Знания, полученные при изучении дисциплины, являются основой для последующего выполнения выпускной квалификационной работы.

Цель дисциплины – приобретение опыта проведения научных исследований, выработка творческого подхода к решению поставленных задач, освоения приемов ведения научной деятельности и умение строить алгоритмы решения нестандартных задач.

Задачи дисциплины – освоение методов поиска и анализа научно-технической информации по теме исследования; освоение современных методов получения и анализа перспективных энергонасыщенных соединений, экспериментальных методик исследования физико-химических и специальных свойств энергонасыщенных материалов в зависимости от направления и цели исследования; получение навыков представления результатов научно-исследовательской работы в виде отчетов и презентаций.

Дисциплина "Учебная научно-исследовательская работа" преподаётся в 10 семестре. Контроль успеваемости обучающихся ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения.

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Участие в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах (далее - НИОКР), направленных на совершенствование получения и использования энергонасыщенных материалов и изделий и изучение их свойств; Разработка программ, методик, технических средств для проведения исследований свойств существующих и новых энергонасыщенных материалов и изделий; Обработка и анализ результатов экспериментальных исследований, формулирование выводов, подготовка отчетов и публикаций о результатах исследований, защита интеллектуальной собственности; Участие во внедрении результатов НИОКР; Поиск и анализ научно-технической	Индивидуальные и смесевые энергонасыщенные материалы и изделия на их основе; расчетные методы прогнозирования энергетических характеристик энергонасыщенных материалов; методы и приборы для исследования и оценки эффективности и практической пригодности энергонасыщенных материалов и изделий.	ПК- 1 Способен изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований, применять современные методы исследования, планировать и проводить необходимый эксперимент, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты с использованием современных методов обработки данных, представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований.	ПК-1.1 Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно- технической информации, современные подходы к научному исследованию, экспериментальные методы и их приборное и аппаратное оформление, методы и алгоритмы для корректного анализа и обработки результатов научных исследований; ПК-1.2 Умеет осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий; использовать современные оборудование и приборы для проведения необходимых экспериментальных исследований; оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации,	26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: разработки, проектирования, наладки, эксплуатации и совершенствования средств, методов получения и способов применения энергонасыщенных материалов и изделий; промышленного и опытного производства индивидуаль-ных и смесевых энергонасы-щенных материалов, исходных и промежуточных продуктов для их получения; промышленного и опытного производства изделий на основе энергонасыщенных материалов; эксплуатации и хранения энергонасыщенных материалов; надзора в области промышленной безопасности

информации в области энергонасыщенных материалов и изделий с целью научно- практической и патентной поддержки проводимых исследований.			доклада; ПК-1.3 Владеет навыками изучения и обобщения научно-технической информации по тематике исследований; современными методами обработки данных; принципами разработки экспериментальных методик и программ для проведения научных исследований; практическими навыками применения современного оборудования и приборов; приемами обработки, анализа и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов.	при получении и использовании энергонасыщенных материалов и изделий). Анализ требований к профес- сиональным компетенциям, предъявляемых к выпускни- кам на рынке труда; обобщение отечественного и зарубежного опыта. Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно- исследовательским и опытно- конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н, Обобщенная трудовая функция В. Проведение научно- исследовательских и опытно- конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем. В /02.6. Проведение работ по обработке и анализу научно- технической информации и результатов исследований (уровень квалификации – 6).

Участие в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах (далее - НИОКР), направленных на совершенствование получения и использования энергонасыщенных материалов и изделий и изучение их свойств; Разработка программ, методик, технических средств для проведения исследований свойств существующих и новых энергонасыщенных материалов и изделий; Обработка и анализ результатов экспериментальных исследований, формулирование выводов, подготовка отчетов и публикаций о результатах исследований, защита интеллектуальной собственности; Участие во внедрении результатов НИОКР; Поиск и анализ научно-технической информации в области энергонасыщенных материалов и изделий с целью научно-практической и патентной поддержки проводимых исследований.	Индивидуальные и смесевые энергонасыщенные материалы и изделия на их основе; расчетные методы прогнозирования энергетических характеристик энергонасыщенных материалов; методы и приборы для исследования и оценки эффективности и практической пригодности энергонасыщенных материалов и изделий.	ПК- 4 Способен разрабатывать инновационные методики и программы проведения исследований и испытаний артиллерийских порохов, баллистичных и смесевых ТРТ	ПК-4.1 Знает основные методы, использующиеся при проведении исследований и испытаний порохов и ТРТ различного типа; физико-химические основы возникновения и развития самораспространяющихся процессов горения и детонации и методы расчёта их параметров; физические основы взрыва в различных средах; методы создания новых составов с заданными физико-химическими, баллистическими, механическими и другими специальными свойствами; принципы подбора компонентов и зависимость важнейших свойств энергонасыщенных материалов от природы и соотношения компонентов; ПК-4.2 Умеет теоретически рассчитывать и экспериментально определять термодинамические характеристики энергонасыщенных материалов; предлагать и решать задачи, связанные с проведением исследований и испытаний порохов и ТРТ различных типов; прогнозировать параметры горения, механические характеристики и физико-химические свойства энергонасыщенных материалов;	

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- основные методы, использующиеся при проведении научных исследований свойств энергонасыщенных материалов и процессов их превращения;
- основные этапы выполнения научно-исследовательской работы;
- методы техники безопасности и правила охраны труда при работе с энергонасыщенными материалами.

уметь:

- уметь предлагать и решать задачи, связанные с проведением научных исследований в области ЭМ;
- обсуждать полученные результаты, оценивать их достоверность, новизну и практическую значимость;
- составлять доклад и готовить презентацию о результатах научно-исследовательской работы.

владеть:

- основными экспериментальными методами компоновки энергонасыщенных материалов и комплексного исследования их физико-химических свойств и параметров термического разложения, горения и детонации.

Подготовить и представить к защите научно-исследовательскую работу (НИР), выполненную на современном уровне развития науки и техники и соответствующую выбранной специальности и программе обучения. В представленной к защите НИР должны получить развитие знания и навыки, полученные обучающимся при освоении программы специалитета, в том числе при изучении специальных дисциплин. Представленная к защите НИР должна содержать основные теоретические положения, экспериментальные результаты, практические достижения и выводы из работы.

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объём дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6	216	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	–	–	–
в том числе в форме практической подготовки			
Лекции	–	–	–
Практические занятия (ПЗ)	3,5	126	94,5
в том числе в форме практической подготовки	3,5	126	94,5
Лабораторные работы (ЛР)	–	–	–
в том числе в форме практической подготовки	–	–	–
Самостоятельная работа	2,5	90	67,5
Контактная самостоятельная работа	2,5	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		89,8	67,35
в том числе в форме практической подготовки	2,47	89	66,75
Виды контроля:			
Экзамен	–	–	–
Контактная работа – промежуточная аттестация	–	–	–
Подготовка к экзамену		–	–
Вид итогового контроля:		Зачёт	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Название раздела	Академ. часов				
		Всего	Практ. занятия	В т.ч. в форме пр. подг.	Самост. работа	В т.ч. в форме пр. подг.
1.	Раздел 1. Подготовка аналитического обзора и обоснование методик эксперимента	66			66	65
2.	Раздел 2. Выполнение научных исследований и подготовка презентации	150	126	126	24	24
	Итого:	216	126	126	90	89
	Всего часов	216				

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Подготовка аналитического обзора и обоснование методик эксперимента.

Составление программы исследования. Структура и содержание основных разделов отчета о научно-исследовательской работе. Формулирование целей и задач исследования; составление аналитического обзора по теме исследования; выбор эффективных методов и методик достижения желаемых результатов исследования.

Раздел 2. Выполнение научных исследований и подготовка презентации.

Выполнение научных исследований для получения практических результатов; анализ, интерпретация и обобщение результатов исследования; формулировка выводов; написание отчета. Консультации с научным руководителем работы о структуре и содержании доклада. Подготовка текстовых, графических и мультимедийных материалов для научного доклада. Подготовка презентации доклада.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2
	Знать:		
1.	- основные методы, используемые при проведении научных исследований свойств энергонасыщенных материалов и процессов их превращения;	+	+
2.	- основные этапы выполнения научно-исследовательской работы.	+	+
3.	- методы техники безопасности и правила охраны труда при работе с энергонасыщенными материалами	+	+
	Уметь:		
4.	- предлагать и решать задачи, связанные с проведением научных исследований в области ЭМ;	+	+
5.	- обсуждать полученные результаты, оценивать их достоверность, новизну и практическую значимость	-	+
6.	- составлять доклад и готовить презентацию о результатах научно-исследовательской работы.	-	+
	Владеть:		
7.	- основными экспериментальными методами компоновки энергонасыщенных материалов и комплексного исследования их физико-химических свойств и параметров термического разложения, горения и детонации.	+	+

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:				
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Раздел 1	Раздел 2
8.	ПК- 1 Способен изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований, применять современные методы	ПК-1.1 Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно- технической информации, современные подходы к научному исследованию, экспериментальные методы и их приборное и аппаратное оформление, методы и алгоритмы для корректного анализа и обработки результатов научных исследований;	+	+
9.	исследования, планировать и проводить необходимый эксперимент, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты с использованием современных методов обработки данных,	ПК-1.2 Умеет осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий; использовать современные оборудование и приборы для проведения необходимых экспериментальных исследований; оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада;	+	+
10.	представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований.	ПК-1.3 Владеет навыками изучения и обобщения научно-технической информации по тематике исследований; современными методами обработки данных; принципами разработки экспериментальных методик и программ для проведения научных исследований; практическими навыками применения современного оборудования и приборов; приемами обработки, анализа и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов.	+	+

11.	ПК- 4 Способен разрабатывать инновационные методики и программы проведения исследований и испытаний артиллерийских порохов, баллистических и смесевых ТРТ	ПК-4.1 Знает основные методы, используемые при проведении исследований и испытаний порохов и ТРТ различного типа; физико-химические основы возникновения и развития самораспространяющихся процессов горения и детонации и методы расчёта их параметров; физические основы взрыва в различных средах; методы создания новых составов с заданными физико-химическими, баллистическими, механическими и другими специальными свойствами; принципы подбора компонентов и зависимость важнейших свойств энергонасыщенных материалов от природы и соотношения компонентов;	+	+
12.		ПК-4.2 Умеет теоретически рассчитывать и экспериментально определять термодинамические характеристики энергонасыщенных материалов; предлагать и решать задачи, связанные с проведением исследований и испытаний порохов и ТРТ различных типов; прогнозировать параметры горения, механические характеристики и физико-химические свойства энергонасыщенных материалов;	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Практические работы заключаются в наработке обучающимися экспериментальных данных при выполнении научно-исследовательской работы в научных лабораториях кафедры ХТВМС РХТУ им. Д.И. Менделеева или других профильных организаций (ИОХ РАН, ИХФ РАН, ФЦДТ «СОЮЗ», и др.) по индивидуальной тематике. Индивидуальное задание разрабатывается по профилю специальности с учётом темы будущей выпускной квалификационной работы специалиста. Научно-исследовательская работа выполняется под руководством преподавателей кафедры ХТВМС РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Примерный перечень тем практических научно-исследовательских работ

1. Исследование физико-химических свойств новых компонентов энергетических материалов;
2. Исследование характеристик пожаротушащих топлив;
3. Изучение светотехнических характеристик фейерверочных композиций;
4. Исследование влияния рецептурных особенностей на комплекс физико-механических характеристик твердого топлива;
5. Влияние дозы технологического облучения на структурно-механические свойства и термическую стабильность сополимеров этилен-тетрафторэтилен;
6. Исследование термодинамической устойчивости связующих на основе низкомолекулярных каучуков с пластификаторами для энергетических материалов с широким температурным диапазоном эксплуатации;
7. Влияние состава пороха на параметры горения;
8. Изучение влияния катализаторов горения на термическое разложение энергетических материалов;
9. Изучение закономерностей горения баллиститных топлив при высоких давлениях;
10. Изучение влияния повышенных температур на эксплуатационные характеристики составов;
11. Влияние химического строения эластомеров на их термодинамическую совместимость с пластификаторами;
12. Разработка отечественных негорючих полимерных композиций для кабельной техники;
13. Оптимизация технологических и эксплуатационных параметров пожаротушащих композиций методом проходного прессования;
14. Влияние катализаторов на закономерности горения низкотемпературных порохов;
15. Изучение состава продуктов, выделяющихся при термостатировании композиций;
16. Изучение термической устойчивости компонентов топлив;
17. Изучение действия добавок на термическое разложение нитроцеллюлозы;
18. Изучение действия добавок на термическое разложение нитроэфирных пластификаторов;
19. Исследование физико-химических свойств новых энергетических пластификаторов;
20. Регулирование температурной зависимости топлив;
21. Влияние природы наполнителя на свойства полимерных композиций.

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний и подготовки к зачету, и предусматривает:

1. поиск и изучение научно-технической информации по теме исследования;
2. составление аналитического обзора по теме исследования;
3. обработка экспериментальных результатов, их анализ, интерпретация, обобщение результатов исследования;
4. написание отчета, подготовка доклада и презентации.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Реферативно-аналитические работы по дисциплине не предусмотрены.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 5 контрольных опросов. Максимальная оценка за контрольные опросы 1-4 – 15 баллов за каждый, за контрольный опрос 5 – 40 баллов.

Контрольный опрос №1

Максимальная оценка – 15 баллов

- Представление программы научного исследования.
- Актуальность выполняемой работы.
- Обоснование выбора и характеристика применяемых методов исследования.

Контрольный опрос №2

Максимальная оценка – 15баллов

- Основные достижения науки и производства по теме исследования.
- Анализ аналитического обзора по теме исследования.
- Необходимость корректировки темы и методов выполняемого исследования.

Контрольный опрос №3

Максимальная оценка – 15 баллов

- Контроль выполнения программы научно-исследовательской работы.
- Анализ полученных экспериментальных результатов.
- Предполагаемые научные и практические результаты выполняемого исследования.

Контрольный опрос №4

Максимальная оценка – 15 баллов

- Соответствие содержания отчета программе исследования.
- Качество оформления отчета.
- Содержание презентации научно-исследовательской работы.

Контрольный опрос №5

Максимальная оценка – 40 баллов

- Презентация научно-исследовательской работы.

8.3. Итоговый контроль освоения дисциплины.

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

8.4. Структура зачёта (9 семестр)

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

Зачёт по дисциплине "Учебная научно-исследовательская работа" в 9 семестре выставляется в результате суммирования баллов, полученных в результате пяти контрольных опросов (максимум по опросам №№ 1-4 по 15 баллов за каждый и по опросу №5 - 40 баллов). Максимальное количество баллов за *зачёт* – 100 баллов.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Андреев К.К., Беляев А.Ф. Теория взрывчатых веществ.- М.: Оборонгиз, 1960.- 595 с.
2. Андреев К.К. Термическое разложение и горение взрывчатых веществ – М., Наука, 1966. – 348 с.
3. Жегров Е.Ф., Милёхин Ю.М., Берковская Е.В., Химия и технология баллистических порохов, твердых ракетных и специальных топлив. Т.1. Химия: Монография. М. РИЦ МГУП им. И. Федорова, 2011. – 400 с.
4. Фиошина М.А., Русин Д.Л. Основы химии и технологии порохов и твердых ракетных топлив: учебное пособие; 2-е изд. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. 264 с.
5. Рогов Н.Г., Груздев Ю.А. Физико-химические свойства порохов и твердых ракетных топлив: учебное пособие. СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2005. – 200 с.
6. Русин Д.Л. Основы комплексного модифицирования полимерных композитов, перерабатываемых проходным прессованием. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2008. 222 с.
7. Налетов А. Ю. Основы научных исследований и проектирования [Текст]: методические указания по выполнению курсового проекта / М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012, 11 с.
8. Денисюк А.П., Шепелев Ю.Г. Определение баллистических характеристик и параметров горения порохов и ТРТ: Лабораторный практикум. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2009. – 136 с.
9. Синдицкий В.П., Серушкин В.В. Термическое разложение энергетических материалов. Издательский центр РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва, 2012, 152 с.
10. Шидловский А.А. Основы пиротехники. М.: Машиностроение, 1973. – 321 с.
11. Лямкин Д. И. Реологические и механические свойства наполненных полимерных композиций: учебное пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. 95 с.

Б. Дополнительная литература

1. Лотменцев Ю.М., Плешаков Д.В. Синтетические эластомеры - компоненты энергетических материалов. М.: РХТУ им.Д.И. Менделеева, 2007. - 108 с.
2. Кондриков Б.Н. Химическая термодинамика горения и взрыва. МХТИ, 1980, 80 стр. / 8 экз. (2078).
3. Лотменцев Ю.М., Плешаков Д.В., Крюков В.Н., Ермакова Т.Д. Методы оценки термодинамической совместимости пластифицированных полимеров: Учебное пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2000. 48 с.
4. Русин Д.Л., Фиошина М.А. Введение в реологию полимерных материалов, Учебное пособие, МХТИ, 1981, 80 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

- Журнал "Физика горения и взрыва". ISSN: 0430-6228.
- Журнал "Горение и взрыв". ISSN: 2305-9117.
- Журнал "Химическая физика". ISSN: 0207-401X.
- Журнал "Боеприпасы. XXI век". ISSN: 2073-6649.
- Журнал "Боеприпасы и спецхимия". ISSN: 1995-154X.
- Журнал "Известия Академии наук. Серия химическая" ISSN 0002-3353.
- Журнал "Боеприпасы и высокоэнергетические конденсированные системы". ISSN: 1999-6500.
- Журнал "Успехи в химии и химической технологии". ISSN: 1506-2017.
- Журнал "Пластические массы". ISSN: 0554-2901.
- Журнал "Высокомолекулярные соединения". ISSN: 2308-1120 (печатный), 2412-9844 (онлайн).
- Журнал "Каучук и резина". ISSN: 0022-9466.
- Журнал "Combustion and Flame". ISSN: 0010-2180.
- Журнал "Central European Journal of Energetic Materials". ISSN: 1733-7178.
- Журнал "Propellants, Explosives and Pyrotechnics". ISSN: 1521-4087.
- Журнал "Journal of Propulsion and Power". ISSN: 0748-4658.
- Журнал "Thermochimica Acta". ISSN: 0059-6031.
- Журнал "International Polymer Science and Technology". ISSN: 1478-2405.
- Журнал "Mendeleev Communications". ISSN: 0959-9436.
- Журнал "Materials Chemistry and Physics". ISSN: 0254-0584.
- Журнал "Journal of Organometallic Chemistry". ISSN: 0022-328X.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 15 (общее число слайдов – 202);
- макеты боеприпасов и метательных зарядов – более 40;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 50);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 50).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 г. составляет 1 559 436 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к

профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия по дисциплине «Учебная научно-исследовательская работа» проводятся в научных лабораториях кафедры ХТВМС РХТУ им. Д.И. Менделеева или других профильных организаций (ИОХ РАН, ИХФ РАН, ФЦДТ «СОЮЗ», и др.).

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Для выполнения научно-исследовательской работы используется оборудование, приборы и экспериментальные установки кафедры:

- приборы постоянного давления различного объема для определения скорости горения и температурного профиля в волне горения при давлении до 220 атм, давление создается компрессорами; приборы для определения скорости горения при давлении ниже атмосферного; манометрическая бомба для определения скорости горения при давлении до 4000-5000 атм.

Для изучения ЭМ в широком температурном интервале имеется морозильная камера (до -60°C) и множество термостатов, настроенных на различные температуры

(до 210°C). Калориметрические установки для определения теплоты взрывчатого превращения.

Определение огнетушащей способности композиций проводится в разработанной на факультете установке, в соответствии с европейскими методиками испытания.

Для переработки топливных масс имеются лабораторные вальцы, ручные гидравлические прессы для глухого прессования ЭМ и гидравлический пресс с дистанционным управлением для проходного прессования ЭМ.

Изучение термической стабильности возможно манометрическим методом в манометрах Бурдона и калориметрическими методами с использованием приборов Mettler Toledo (ДСК и ТГА).

Изучение чувствительности ЭМ к различным внешним воздействиям: копры К-44-II и К-44-I для определения чувствительности к удару; копер К-44-III для определения чувствительности к трению.

Для изготовления полимерных композитов используется смеситель СЛ-4. Определение технологических и механических характеристик полимерных композиций (наполненных и ненаполненных) проводится на разрывных машинах, приборе Журкова, уникальной установке СМПП-РХТУ, определение вязкости проводится на вискозиметрах Геплера. Совместимость полимера с пластификатором изучается при помощи интерференционного микрометода.

Использование методов электронной сканирующей микроскопии для изучения структуры образцов пороха, а также поверхности образцов, погашенных методами теплоотвода в подложку и сбросом давления.

- вытяжные шкафы, химические столы, лабораторная посуда, защитные маски, сушильные шкафы КВС-100-250, аквадистиллятор ДЭ-4-2М, установки для титрования, термостаты, верхнеприводные и магнитные мешалки, химические реактивы, морозильная камера «Стинол».

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Учебно-наглядные пособия при выполнении научно-исследовательских работ не используются.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебники и учебные пособия по дисциплине, справочные материалы, факультетская специализированная библиотека книжных изданий, журналов и диссертационных работ.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; справочные материалы в электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	4	Бессрочная
2.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	4	Бессрочная
3.	OriginPro 8.1 Department Wide License	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	4	Бессрочная
4.	Программный комплекс "REAL for Windows" для компьютерного моделирования сложных химических равновесий при высоком давлении и температуре, компьютеризированный справочник "ASTD for Windows" термодинамических свойств химических веществ и база данных "CompBase" энтальпий образования химических веществ (Программный комплекс "REAL").	Лицензионное соглашение № 00001. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ №2015614083 от 6.04.2015 г.	3	Бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Подготовка аналитического обзора и обоснование методик эксперимента	<i>Знает:</i> - основные методы, используемые при проведении научных исследований свойств энергонасыщенных материалов и процессов их превращения; - основные этапы выполнения научно-исследовательской работы; - методы техники безопасности и правила охраны труда при работе с энергонасыщенными материалами. <i>Умеет:</i> - предлагать и решать задачи, связанные с проведением научных исследований в области ЭМ. <i>Владеет:</i> основными экспериментальными методами компоновки энергонасыщенных материалов и комплексного исследования их физико-химических свойств и параметров термического разложения, горения и детонации.	Оценка за контрольные опросы №1, 2 (10 семестр)
Раздел 2. Выполнение научных исследований и подготовка презентации	<i>Знает:</i> - основные методы, используемые при проведении научных исследований свойств энергонасыщенных материалов и процессов их превращения; - основные этапы выполнения научно-исследовательской работы; - методы техники безопасности и правила охраны труда при работе с энергонасыщенными материалами. <i>Умеет:</i> - предлагать и решать задачи, связанные с проведением научных исследований в области ЭМ; - обсуждать полученные результаты, оценивать их достоверность, новизну и практическую значимость; - составлять доклад и готовить презентацию о результатах научно-исследовательской работы. <i>Владеет:</i> основными экспериментальными методами компоновки энергонасыщенных материалов и комплексного исследования их физико-химических свойств и параметров термического разложения, горения и детонации.	Оценка за контрольные опросы №3, 4, 5 (10 семестр)

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
"Учебная научно-исследовательская работа"
основной образовательной программы
18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий"
(Код и наименование специальности)

Специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов
и твердых ракетных топлив"
(Наименование ООП)

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание изменения/дополнения	Основание внесения изменения/дополнения
1.	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения	протокол заседания Ученого совета № 1 от 30 августа 2019 г.
2.	Изменения в части обновления договоров электронных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 2 от 30 сентября 2019 г.
3.	Изменения в части использования ЭО и ДОТ при реализации основных профессиональных образовательных программ	пр. ректора № 163-А от 16 марта 2020 г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева"

"УТВЕРЖДЕНО"

на заседании Учёного совета.

Протокол № 1 от 29 августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**"Принципы компоновки энергонасыщенных материалов
различного назначения"**

**Специальность 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных
материалов и изделий"**

**Специализация "Химическая технология полимерных композиций,
порохов и твердых ракетных топлив"**

Квалификация "Инженер"

Москва 2024 г.

Программа составлена:

к.т.н., доцентом кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений
Ю.Г. Шепелевым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д.И. Менделеева 18 июня 2024 г., протокол № 15.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий", специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов и твёрдых ракетных топлив" (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина "Принципы компоновки энергонасыщенных материалов различного назначения" относится к дисциплинам части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.ДВ.01.01). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физики, математики, общей и неорганической, органической, физической химии, дисперсных систем и поверхностных явлений, химической и технической термодинамики, механики и материаловедения, общей химической технологии, процессов и аппаратов химической технологии, экологии, а также освоенных к началу преподавания данной дисциплины специальных дисциплин "Основные виды вооружений (обзор)", "Энергонасыщенные материалы: виды, свойства, применение", "Внутренняя баллистика", "Физика полимеров", "Химия полимеров", "Химическая физика ЭНМ", "Теория технологических процессов", "Технология переработки ЭНМ".

Цель дисциплины – ознакомление обучающихся с общими принципами создания энергонасыщенных материалов (ЭМ) различного назначения – артиллерийских порохов, твёрдых ракетных топлив (ТРТ), многообразных составов гражданского применения (для пороховых аккумуляторов давления и газогенераторов, вспомогательных двигателей космических систем, метеорологических и противораковых ракет, магнито-гидродинамических генераторов, аэрозольных систем пожаротушения, интенсификации добычи нефти, автомобильных подушек безопасности и т.п.).

Задачи дисциплины – формирование у обучающихся системных углублённых знаний в области требований, предъявляемых к энергонасыщенным материалам, со стороны оружия и систем гражданского применения, набора приоритетных характеристик при компоновке отдельных видов порохов и топлив, принципов и особенностей компоновки основных видов порохов и топлив, комплексного подхода при компоновке различных энергонасыщенных материалов, обладающих оптимальными характеристиками, учитывающими полный набор предъявляемых к ЭНМ разнородных и противоречивых требований.

Дисциплина "Принципы компоновки энергонасыщенных материалов различного назначения" преподаётся в 9 семестре. Контроль успеваемости обучающихся ведётся по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения.

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Участие в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах (далее - НИОКР), направленных на совершенствование получения и использования энергонасыщенных материалов и изделий и изучение их свойств; Разработка программ, методик, технических средств для проведения исследований свойств существующих и новых энергонасыщенных материалов и изделий; Обработка и анализ результатов экспериментальных исследований, формулирование выводов, подготовка отчетов и публикаций о результатах исследований, защита интеллектуальной собственности; Участие во внедрении результатов НИОКР; Поиск и анализ научно-технической информации в области	Индивидуальные и смесевые энергонасыщенные материалы и изделия на их основе; расчетные методы прогнозирования энергетических характеристик энергонасыщенных материалов; методы и приборы для исследования и оценки эффективности и практической пригодности энергонасыщенных материалов и изделий.	ПК- 1 Способен изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований, применять современные методы исследования, планировать и проводить необходимый эксперимент, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты с использованием современных методов обработки данных, представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований.	ПК-1.1 Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно- технической информации, современные подходы к научному исследованию, экспериментальные методы и их приборное и аппаратное оформление, методы и алгоритмы для корректного анализа и обработки результатов научных исследований; ПК-1.2 Умеет осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий; использовать современные оборудование и приборы для	26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: разработки, проектирования, наладки, эксплуатации и совершенствования средств, методов получения и способов применения энергонасыщенных материалов и изделий; промышленного и опытного производства индивидуаль-ных и смесевых энергонасы-щенных материалов, исходных и промежуточных продуктов для их получения; промышленного и опытного производства изделий на основе энергонасыщенных материалов; эксплуатации и хранения энергонасыщенных материалов; надзора в области промышленной безопасности при получении и

энергонасыщенных материалов и изделий с целью научно-практической и патентной поддержки проводимых исследований.			проведения необходимых экспериментальных исследований; оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада; ПК-1.3 Владеет навыками изучения и обобщения научно-технической информации по тематике исследований; современными методами обработки данных; принципами разработки экспериментальных методик и программ для проведения научных исследований; практическими навыками применения современного оборудования и приборов; приемами обработки, анализа и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов.	использовании энергонасыщенных материалов и изделий). Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда; обобщение отечественного и зарубежного опыта. Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н, Обобщенная трудовая функция В. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем. В /02.6. Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований

		ПК- 4 Способен разрабатывать инновационные методики и программы проведения исследований и испытаний артиллерийских порохов, баллистических и смесевых ТРТ	ПК-4.2 Умеет теоретически рассчитывать и экспериментально определять термодинамические характеристики энергонасыщенных материалов; предлагать и решать задачи, связанные с проведением исследований и испытаний порохов и ТРТ различных типов; прогнозировать параметры горения, механические характеристики и физико-химические свойства энергонасыщенных материалов;	(уровень квалификации – 6).
Технологический тип задач профессиональной деятельности				
Организация эффективного и безопасного ведения технологических процессов получения энергонасыщенных материалов и изделий; выполнение инженерных расчетов, обеспечивающих проведение существующего технологического процесса или внесения в него необходимых дополнений и изменений; разработка мероприятий по обеспечению требуемого качества продукции, контролю над их выполнением, по предупреждению и устранению случаев нарушения	Технологические процессы получения энергонасыщенных материалов и изделий; методы и приборы для исследования и оценки эффективности и практической пригодности энергонасыщенных материалов и изделий; оборудование для производства и	ПК-5 Способен применять знания по химии и технологии полимерных композиций, порохов и ТРТ различных типов и их отдельных компонентов для управления технологическим процессом, прогнозирования и регулирования основных эксплуатационных свойств, постановки задач по исследованию и проектированию технологии новых энергонасыщенных материалов и изделий	ПК-5.2 Умеет получать основные типы порохов и ТРТ; исследовать основные свойства и прогнозировать потенциальные области применения новых энергонасыщенных материалов различных типов; предлагать рецептуры составов для определённой области применения; прогнозировать пути совершенствования технологий получения и новые области применения энергонасыщенных материалов.	

технологического регламента; организация и участие в испытаниях готовой продукции; контроль над соблюдением технологической дисциплины, разбор случаев ее нарушения и анализ вызывающих их причин; подготовка и корректировка технологической документации; участие в проведении опытных работ по внедрению новых рецептур, методик, освоению новых стандартов, новых приборов; анализ расхода сырья и материалов, разработка мероприятий по их экономии и энергосбережению; участие в разработке мероприятий по снижению аварийности, травматизма и профессиональной заболеваемости, по механизации и автоматизации процессов.	переработки энергонасыщенных материалов и изделий.		ПК-5.3 Владеет актуальной информацией по организации и объему производства порохов и ТРТ различных типов, исходных компонентов в России и за рубежом; навыками изучения и обобщения информации в области химической технологии артиллерийских порохов, твердых ракетных топлив баллистического и смешанного типа.	

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- широкий спектр направлений применения ЭМ в военном деле и гражданских отраслях экономики страны;
- современное состояние развития порохов, ТРТ и составов гражданского назначения;
- требования к комплексу свойств энергонасыщенных материалов (энергетике, баллистическим параметрам, механическим и реологическим характеристикам, чувствительности к внешним воздействиям, физической и химической совместимости компонентов, технологическим характеристикам и др.), вытекающие из условий их применения;
- принципы и особенности компоновки современных энергонасыщенных материалов различного назначения;

уметь:

- формировать из комплекса свойств каждого из отдельных видов порохов и топлив набор приоритетных характеристик, учитываемых при компоновке ЭМ в первую очередь;
- создавать современные энергонасыщенные материалы различного назначения на основе знаний по обеспечению различных характеристик ЭМ, основных принципов компоновки ЭМ и особенностей отдельных видов ЭМ;

владеть:

- методами научных исследований комплекса свойств ЭМ;
- навыками компоновки энергонасыщенных материалов различного назначения, обладающих оптимальным составом с точки зрения обеспечения полного комплекса требуемых характеристик (энергетических и баллистических параметров, механических и реологических характеристик, чувствительности к внешним воздействиям, физической и химической совместимости компонентов, технологических характеристик и др.).

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объём дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,88	32	24
в том числе в форме практической подготовки	–	–	–
Лекции	0,44	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16	12
в том числе в форме практической подготовки	–	–	–
Лабораторные работы (ЛР)	–	–	–
в том числе в форме практической подготовки	–	–	–
Самостоятельная работа	2,11	76	57
Контактная самостоятельная работа	2,11	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		75,6	56,7
в том числе в форме практической подготовки	–	–	–
Виды контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	–	–
Подготовка к экзамену		36	27
Вид итогового контроля:		Экзамен	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Название раздела	Академ. часов			
		Всего	Лекции	Практ. занятия	Самост. работа
1.	Раздел 1. Классификация ЭНМ, приоритетные характеристики при компоновке отдельных видов ЭНМ	21	3	3	15
1.1.	Широта применения и классификация энергонасыщенных материалов военного и гражданского назначения по основным свойствам, параметрам и характеристикам.	7	1	1	5
1.2.	Приоритетные характеристики при компоновке отдельных видов порохов, топлив и составов.	7	1	1	5
1.3.	Обзор основных характеристик и способов их регулирования и обеспечения.	7	1	1	5
2.	Раздел 2. Принципы компоновки артиллерийских порохов для систем различного назначения	17	2	3	12
2.1.	Основные требования к свойствам и принципы компоновки артиллерийских порохов пироксилинового и баллиститного типов, в том числе: для мощных дальнобойных полевых орудий, для танковых и противотанковых пушек, для миномётов, для скорострельных малокалиберных пушек.	9	1	2	6
2.2.	Особенности требований к порохам для модульных метательных зарядов (ММЗ).	8	1	1	6
3.	Раздел 3. Принципы компоновки твёрдых ракетных топлив для систем различного назначения	22	2	4	16
3.1.	Основные требования к свойствам и принципы компоновки твёрдых ракетных топлив баллиститного типа для вкладных зарядов: а) высокоимпульсных для маршевых РД; б) низкотемпературных для ПАД и различных газогенераторов.	11	1	2	8
3.2.	Основные требования к свойствам и принципы компоновки твёрдых ракетных топлив смесового типа: а) с использованием традиционных компонентов (ПХА, октоген и др.); б) с использованием нетрадиционных компонентов (АДНА, ГА и др.), обеспечивающих наиболее высокие энергетические характеристики.	11	1	2	8
4.	Раздел 4. Принципы компоновки ЭНМ для различных систем гражданского	48	9	6	33

	применения				
4.1.	Основные требования к свойствам и принципы компоновки составов: а) для интенсификации добычи нефти;	6	1	1	4
4.2.	б) для метеорологических и противораковых ракет;	6	1	1	4
4.3.	в) для автомобильных подушек безопасности;	6	1	1	4
4.4.	г) для аэрозольных систем пожаротушения;	6	1	1	4
4.5.	д) твёрдых плазменных топлив для магнито-гидродинамических генераторов;	4	1	—	3
4.6.	е) для вспомогательных двигателей космических систем;	4	1	—	3
4.7.	ж) для гибких удлинённых кумулятивных зарядов (УКЗ) на полимерной основе;	6	1	1	4
4.8.	и) для получения искусственных алмазов для абразивного инструмента;	4	1	—	3
4.9.	к) для сейсморазведки и для использования в качестве промышленных ВВ.	6	1	1	4
	Итого:	108	16	16	76
	Экзамен	36			
	Всего часов	144			

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Классификация ЭНМ, приоритетные характеристики при компоновке отдельных видов ЭНМ.

Широта применения и классификация энергонасыщенных материалов военного и гражданского назначения по основным свойствам, параметрам и характеристикам (энергетическим и баллистическим параметрам, механическим и реологическим характеристикам, чувствительности к внешним воздействиям, физической и химической совместимости компонентов, технологическим характеристикам и др.).

Приоритетные характеристики при компоновке отдельных видов порохов, топлив и составов (пироксилиновых и баллиститных артиллерийских порохов, ТРТ баллиститного и смесового типов, пиротехнических составов) как военного, так и гражданского применения.

Обзор основных характеристик и способов их регулирования и обеспечения.

Раздел 2. Принципы компоновки артиллерийских порохов для систем различного назначения.

Основные требования к свойствам и принципы компоновки артиллерийских порохов пироксилинового и баллиститного типов, в том числе:

- а) для мощных дальнобойных полевых орудий;
- б) для танковых и противотанковых пушек;
- в) для миномётов;
- г) для скорострельных малокалиберных пушек;

Особенности требований к порохам для модульных метательных зарядов (ММЗ).

Раздел 3. Принципы компоновки твёрдых ракетных топлив для систем различного назначения.

Основные требования к свойствам и принципы компоновки твёрдых ракетных топлив баллиститного и смесового типов, в том числе:

баллиститных порохов и ТРТ для вкладных зарядов:

а) высокоимпульсных для маршевых РД;

б) низкотемпературных для пороховых аккумуляторов давления (ПАД) и различных газогенераторов;

смесовых твёрдых ракетных топлив (СТРТ):

а) с использованием традиционных компонентов (ПХА, октоген и др.);

б) с использованием нетрадиционных компонентов (АДНА, ГА и др.), обеспечивающих наиболее высокие энергетические характеристики.

Раздел 4. Принципы компоновки ЭНМ для различных систем гражданского применения.

Основные требования к свойствам и принципы компоновки:

а) составов для интенсификации добычи нефти;

б) ТРТ для метеорологических и противогорадовых ракет;

в) составов для автомобильных подушек безопасности;

г) составов для аэрозольных систем пожаротушения;

д) твёрдых плазменных топлив для магнито-гидродинамических генераторов;

е) ТРТ для вспомогательных двигателей космических систем;

ж) составов для гибких удлинённых кумулятивных зарядов (УКЗ) на полимерной основе;

и) составов для получения искусственных алмазов для абразивного инструмента;

к) составов для использования в качестве промышленных ВВ;

л) взрывчатых составов на основе порохов для сейсморазведки.

При чтении дисциплины могут быть дополнительно рассмотрены вопросы компоновки других составов, актуальных в данное время.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:				
1.	– широкий спектр направлений применения ЭМ в военном деле и гражданских отраслях экономики страны;	+	+	+	+
2.	– современное состояние развития порохов, ТРТ и составов гражданского назначения;	+			
3.	– требования к комплексу свойств энергонасыщенных материалов (энергетике, баллистическим параметрам, механическим и реологическим характеристикам, чувствительности к внешним воздействиям, физической и химической совместимости компонентов, технологическим характеристикам и др.), вытекающие из условий их применения;	+	+	+	+
4.	– принципы и особенности компоновки современных энергонасыщенных материалов различного назначения.	+	+	+	+
	Уметь:				
5.	– формировать из комплекса свойств каждого из отдельных видов порохов и топлив набор приоритетных характеристик, учитываемых при компоновке ЭМ в первую очередь;	+			
6.	– создавать современные энергонасыщенные материалы различного назначения на основе знаний по обеспечению различных характеристик ЭМ, основных принципов компоновки ЭМ и особенностей отдельных видов ЭМ.		+	+	+
	Владеть:				
7.	– методами научных исследований комплекса свойств ЭМ;		+	+	+
8.	– навыками компоновки энергонасыщенных материалов различного назначения, обладающих оптимальным составом с точки зрения обеспечения полного комплекса требуемых характеристик (энергетических и баллистических параметров, механических и реологических характеристик, чувствительности к внешним воздействиям, физической и химической совместимости компонентов, технологических характеристик и др.).		+	+	+

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:						
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК				
9.	ПК- 1 Способен изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований, применять современные методы исследования, планировать и проводить необходимый эксперимент, корректно обрабатывать и анализировать	ПК-1.1 Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно- технической информации, современные подходы к научному исследованию, экспериментальные методы и их приборное и аппаратное оформление, методы и алгоритмы для корректного анализа и обработки результатов научных исследований;	+	+	+	+
10.	полученные результаты с использованием современных методов обработки данных, представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований.	ПК-1.2 Умеет осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий; использовать современное оборудование и приборы для проведения необходимых экспериментальных исследований; оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада;	+	+	+	+

11.		ПК-1.3 Владеет навыками изучения и обобщения научно-технической информации по тематике исследований; современными методами обработки данных; принципами разработки экспериментальных методик и программ для проведения научных исследований; практическими навыками применения современного оборудования и приборов; приемами обработки, анализа и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов.	+	+	+	+
12.	ПК- 4 Способен разрабатывать инновационные методики и программы проведения исследований и испытаний артиллерийских порохов, баллистических и смесевых ТРТ	ПК-4.2 Умеет теоретически рассчитывать и экспериментально определять термодинамические характеристики энергонасыщенных материалов; предлагать и решать задачи, связанные с проведением исследований и испытаний порохов и ТРТ различных типов; прогнозировать параметры горения, механические характеристики и физико-химические свойства энергонасыщенных материалов;	+	+	+	+

13.	ПК-5 Способен применять знания по химии и технологии полимерных композиций, порохов и ТРТ различных типов и их отдельных компонентов для управления технологическим процессом, прогнозирования и регулирования основных эксплуатационных свойств, постановки задач по исследованию и проектированию технологии новых энергонасыщенных материалов и изделий	ПК-5.2 Умеет получать основные типы порохов и ТРТ; исследовать основные свойства и прогнозировать потенциальные области применения новых энергонасыщенных материалов различных типов; предлагать рецептуры составов для определённой области применения; прогнозировать пути совершенствования технологий получения и новые области применения энергонасыщенных материалов.	+	+	+	+
14.		ПК-5.3 Владеет актуальной информацией по организации и объёму производства порохов и ТРТ различных типов, исходных компонентов в России и за рубежом; навыками изучения и обобщения информации в области химической технологии артиллерийских порохов, твёрдых ракетных топлив баллистического и смесового типа.	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Практические работы заключаются компоновке порохов, ТРТ, взрывчатых и пиротехнических составов, предназначенных для различных целей с применением методов оптимизации комплекса свойств и расчёта энергетических характеристик.

Примерный перечень тем практических научно-исследовательских работ

1. Компоновка высокоэнергетического топлива для маршевого РДТТ межконтинентальной ракеты;
2. Компоновка высокоэнергетического топлива для маршевого РДТТ РСЗО калибром 122 мм;
3. Компоновка высокоэнергетического топлива для маршевого РДТТ РСЗО калибром 300 мм;
4. Компоновка топлива для маршевого РДТТ ручного гранатомёта;
5. Компоновка топлива для стартового РДТТ ручного гранатомёта;
6. Компоновка топлива для ПАД зенитно-ракетного комплекса типа С-300;
7. Компоновка состава для порохового генератора давления для интенсификации добычи нефти в карбонатных пластах;
8. Компоновка состава для порохового генератора давления для интенсификации добычи нефти в терригенных пластах;
9. Компоновка топлива для противораковой ракеты;
10. Компоновка шашки активного дыма для противораковой ракеты;
11. Компоновка топлива для автомобильной подушки безопасности;
12. Компоновка состава для системы аэрозольного пожаротушения;
13. Компоновка твёрдого плазменного топлива для МГД-генератора;
14. Компоновка пороха для танковой или противотанковой пушки;
15. Компоновка пороха для дальнобойной пушки;
16. Компоновка пороха для скорострельной автоматической малокалиберной пушки;
17. Компоновка пороха для миномёта;

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях учебного материала;
- поиск и изучение интернет-ресурсов по тематике дисциплины;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- подготовку к сдаче экзамена (9 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, обучающимся лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Реферативно-аналитические работы по дисциплине не предусмотрены.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля в 9 семестре предусмотрено 3 контрольных опроса (по одному контрольному опросу по разделам 2-4). Максимальная оценка за контрольные опросы составляет по 20 баллов за каждый.

Каждый опрос проводится в форме творческой дискуссии по вопросам, задаваемым преподавателем. Один из студентов раскрывает тему, остальные – излагают критические замечания, вносят дополнения и поправки. Преподаватель оценивает активность и вклад каждого студента в обсуждение проблемы.

Раздел 1.

Текущий контроль знаний по разделу 1 не предусмотрен.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольному опросу № 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольный опрос содержит 2 вопроса по 10 баллов каждый.

1. Принципы и особенности компоновки артиллерийских порохов низкой и высокой энергетики.
2. Состав пироксилиновых порохов, их применение и возможности регулирования энергетики.
3. Состав баллиститных порохов, их применение и возможности регулирования энергетики.
4. Основные компоненты артиллерийских порохов для малокалиберной артиллерии и роль каждого в составе пороха.
5. Принципы и особенности компоновки порохов для танковой и противотанковой артиллерии.
6. Принципы и особенности компоновки порохов для полевых пушек и гаубиц.
7. Принципы и особенности компоновки порохов для миномётов.
8. Малочувствительные артиллерийские пороха.
9. Требования к авиационным боеприпасам и компоновка порохов для них.
10. Формы пороховых элементов для зарядов различных ствольных систем.

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольному опросу № 2. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольный опрос содержит 2 вопроса по 10 баллов каждый.

1. Основные компоненты СТРТ и роль каждого в составе топлива.
2. Основные компоненты БТРТ и роль каждого в составе топлива.
3. Принципы и особенности компоновки смесевых ТРТ различной энергетики и скорости горения.
4. Принципы и особенности компоновки баллиститных ТРТ различной энергетики и скорости горения.
5. Приоритетные характеристики при компоновке ТРТ для вкладных и прочноскреплённых с корпусом зарядов.
6. Принципы выбора типа ТРТ для применения в зарядах различных ракетных систем на примере стартового и маршевого РД для РПГ, РСЗО различных калибров, оперативно-тактической ракеты, стратегической ракеты.

7. Особенности компоновки ТРТ для геофизических и противораковых ракет.
8. Особенности компоновки ТРТ систем противораковой обороны.
9. Компоненты ТРТ, обеспечивающие регулирование параметров горения.
10. Компоненты ТРТ, обеспечивающие механические свойства.

Раздел 4. Примеры вопросов к контрольному опросу № 3. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольный опрос содержит 2 вопроса по 10 баллов каждый.

1. Компоновка составов для аэрозольного пожаротушения. Роль каждого компонента в составе композиции.
2. Компоновка составов для быстродействующих автоматических пожаротушающих систем (БАПС). Роль каждого компонента в составе композиции.
3. Принципы и особенности компоновки твёрдых плазменных топлив для МГД-генераторов.
4. Принципы компоновки составов для интенсификации добычи нефти. Основные компоненты и их роль.
5. Применение порохов в газогенераторах различного назначения. Отличительные особенности этих порохов в сравнении с артиллерийскими порохами и ракетными топливами.
6. Приоритетные требования к составам для автомобильных подушек безопасности и принципы их компоновки.
7. Приоритетные требования к составам ТРТ и шашек активного дыма (ШАД) для противораковых ракет и принципы их компоновки.
8. Приоритетные требования к составам для удлинённых кумулятивных зарядов на полимерной основе (УКЗ) и принципы их компоновки.
9. Компоновка составов для получения детонационных алмазов.
10. Требования к порохам, используемым в качестве промышленных ВВ, и принципы их компоновки.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (9 семестр – экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса: 1 вопрос по разделу №1, 1 вопрос по разделу №2 или №3, 1 вопрос по разделу №4. Ответы на вопросы экзамена оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимально 7 баллов за раздел 1 и по 11 баллов за разделы 2-4 каждый. Максимальное количество баллов за *экзамен* (9 семестр) – 40 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (9 семестр – экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса: 1 вопрос по разделу №1, 1 вопрос по разделу №2 или №3, 1 вопрос по разделу №4. Ответы на вопросы экзамена оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимально 7 баллов за раздел 1 и по 11 баллов за разделы 2-4 каждый. Максимальное количество баллов за *экзамен* (9 семестр) – 40 баллов.

1. Принципы и особенности компоновки артиллерийских порохов низкой и высокой энергетики.
2. Состав баллистических порохов, их применение и возможности регулирования энергетики.

3. Принципы и особенности компоновки порохов для танковой и противотанковой артиллерии.
4. Основные компоненты СТРТ и роль каждого в составе топлива.
5. Принципы и особенности компоновки смесевых ТРТ различной энергетики и скорости горения.
6. Приоритетные характеристики при компоновке ТРТ для вкладных и прочноскреплённых с корпусом зарядов.
7. Компоновка составов для аэрозольного пожаротушения. Роль каждого компонента в составе композиции.
8. Приоритетные требования к составам для автомобильных подушек безопасности и принципы их компоновки.
9. Требования к порохам, используемым в качестве промышленных ВВ, и принципы их компоновки.
10. Компоновка составов для получения детонационных алмазов.

Фонд оценочных средств приведён в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и пример билетов для экзамена (9 семестр)

Экзамен по дисциплине "Принципы компоновки энергонасыщенных материалов различного назначения" проводится в 9 семестре и включает контрольные вопросы по четырём разделам (1-4) рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для экзамена:

<i>"Утверждаю"</i> <i>Зав. кафедрой ХТВМС</i> <i>В.А. Петров</i> " " 20__ г.	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева Кафедра ХТВМС Специальность 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий" Специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов и твёрдых ракетных топлив" Дисциплина: Принципы компоновки энергонасыщенных материалов различного назначения
" " 20__ г. Студент гр. И-55 _____ <i>Билет № 1</i> 1. Принципы и особенности компоновки артиллерийских порохов низкой и высокой энергетики. 2. Компоновка составов для аэрозольного пожаротушения. Роль каждого компонента в составе композиции. 3. Диапазон энергетических характеристик различных видов порохов и ТРТ.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Базовая (фундаментальная) литература

1. Андреев К.К., Беляев А.Ф. Теория взрывчатых веществ.- М.: Оборонгиз, 1960.- 595 с.

Б. Основная литература

2. Фиошина М.А., Русин Д.Л. Основы химии и технологии порохов и твердых ракетных топлив: учебное пособие; 2-е изд. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. – 264 с.
3. Рогов Н.Г., Груздев Ю.А. Физико-химические свойства порохов и твердых ракетных топлив: учебное пособие. СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2005. – 200 с.
4. Денисюк А.П. Горение порохов и ТРТ. М.: ЦНИИНТИ, 1988. – 172 с.
5. Серебряков М.Е. Внутренняя баллистика ствольных систем и пороховых ракет. 3-е изд., перераб. и доп., М.: Оборонгиз, 1962, 703 с.
6. Смирнов Л.А., Силин В.С. Конверсия. Часть 1. М.: ЦНИИНТИКПК, 1993. – 158 с.

В. Дополнительная литература

1. Жегров Е.Ф., Милёхин Ю.М., Берковская Е.В. Химия и технология баллистических порохов, твердых ракетных и специальных топлив; ФГУП "Федеральный центр двойных технологий "Союз". Т. 1: Химия. М.: РИЦ МГУП им. И. Федорова, 2011. – 399 с.
2. Рогов Н.Г., Груздев Ю.А. Смесевые ракетные твердые топлива: Компоненты. Требования. Свойства: учебное пособие. СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2005. – 195 с.
3. Дубина В.П., Денисюк А.П. Физико-химические свойства порохов и твердых ракетных топлив. М.: ЦНИИНТИ, 1980. – 148 с.
4. Аликин В.Н., Липанов А.М., Серебренников В.Н. [и др.]. Пороха, топлива, заряды. Т. 2. Заряды народнохозяйственного назначения. М.: Химия, 2004. – 204 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

–Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

- Журнал "Физика горения и взрыва". ISSN: 0430-6228.
- Журнал "Боеприпасы. XXI век". ISSN: 2073-6649.
- Журнал "Боеприпасы и спецхимия". ISSN: 1995-154X.
- Журнал "Боеприпасы и высокоэнергетические конденсированные системы". ISSN: 1999-6500.
- Журнал "Успехи в химии и химической технологии". ISSN: 1506-2017.
- Журнал "Высокомолекулярные соединения. Серия С". ISSN: 2308-1120.
- Журнал "Пластические массы". ISSN: 2308-1120.
- Журнал "Каучук и резина". ISSN: 0022-9466.
- Журнал "Propellants, Explosives, Pyrotechnics". ISSN: 0721-3115.
- Журнал "Central European Journal of Energetic Materials". ISSN: 1733-7178.

Рекламные материалы ведущих НИИ и заводов ОПК в области артиллерии, ракетной техники, порохов, твёрдых ракетных топлив, пиротехнических составов и средств.

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www.fcdr.ru>.
- <https://www.roscosmos.ru>.
- <http://www.npoiskra.ru>.

- <http://www.npoiskra.ru/upload/rkt.pdf>.
- <http://mzperm.ru/products/9>.
- <https://varvsn.mil.ru/folder/1855>.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 1 (общее число слайдов – 25);
- макеты боеприпасов и метательных зарядов – более 40;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 31);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 31).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01. 2024 г. составляет 1 559 436 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине "Принципы компоновки энергонасыщенных материалов различного назначения" проводятся в форме лекций и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

Макетный класс с размещёнными в нём макетами боеприпасов.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Макеты боеприпасов и метательных зарядов, образцы порохов, шашек твёрдого ракетного топлива, используемых в отечественных образцах вооружений.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебники и учебные пособия по дисциплине.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	4	Бессрочная
2.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	4	Бессрочная
3.	OriginPro 8.1 Department Wide License	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	4	Бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
1	2	3
<i>Раздел 1.</i> Классификация ЭНМ, приоритетные характеристики при компоновке отдельных видов ЭНМ	<i>Знает:</i> - широкий спектр направлений применения ЭМ в военном деле и гражданских отраслях экономики страны; - современное состояние развития порохов, ТРТ и составов гражданского назначения; - требования к комплексу свойств энергонасыщенных материалов (энергетике, баллистическим параметрам, механическим и реологическим характеристикам, чувствительности к внешним воздействиям, физической и химической совместимости компонентов, технологическим характеристикам и др.), вытекающие из условий их применения; - принципы и особенности компоновки современных энергонасыщенных материалов различного назначения; <i>Умеет:</i> - формировать из комплекса свойств каждого из отдельных видов порохов и топлив набор приоритетных характеристик, учитываемых при компоновке ЭМ в первую очередь;	Оценка за экзамен

1	2	3
Раздел 2. Принципы компоновки артиллерийских порохов для систем различного назначения	<i>Знает:</i> - широкий спектр направлений применения ЭМ в военном деле и гражданских отраслях экономики страны; - требования к комплексу свойств энергонасыщенных материалов (энергетике, баллистическим параметрам, механическим и реологическим характеристикам, чувствительности к внешним воздействиям, физической и химической совместимости компонентов, технологическим характеристикам и др.), вытекающие из условий их применения; - принципы и особенности компоновки современных энергонасыщенных материалов различного назначения; <i>Умеет:</i> - создавать современные энергонасыщенные материалы различного назначения на основе знаний по обеспечению различных характеристик ЭМ, основных принципов компоновки ЭМ и особенностей отдельных видов ЭМ; <i>Владеет:</i> - методами научных исследований комплекса свойств ЭМ; - навыками компоновки энергонасыщенных материалов различного назначения, обладающих оптимальным составом с точки зрения обеспечения полного комплекса требуемых характеристик (энергетических и баллистических параметров, механических и реологических характеристик, чувствительности к внешним воздействиям, физической и химической совместимости компонентов, технологических характеристик и др.).	Оценка за контрольный опрос №1. Оценка за экзамен

1	2	3
Раздел 3. Принципы компоновки твёрдых ракетных топлив для систем различного назначения	<i>Знает:</i> - широкий спектр направлений применения ЭМ в военном деле и гражданских отраслях экономики страны; - требования к комплексу свойств энергонасыщенных материалов (энергетике, баллистическим параметрам, механическим и реологическим характеристикам, чувствительности к внешним воздействиям, физической и химической совместимости компонентов, технологическим характеристикам и др.), вытекающие из условий их применения; - принципы и особенности компоновки современных энергонасыщенных материалов различного назначения; <i>Умеет:</i> - создавать современные энергонасыщенные материалы различного назначения на основе знаний по обеспечению различных характеристик ЭМ, основных принципов компоновки ЭМ и особенностей отдельных видов ЭМ; <i>Владеет:</i> - методами научных исследований комплекса свойств ЭМ; - навыками компоновки энергонасыщенных материалов различного назначения, обладающих оптимальным составом с точки зрения обеспечения полного комплекса требуемых характеристик (энергетических и баллистических параметров, механических и реологических характеристик, чувствительности к внешним воздействиям, физической и химической совместимости компонентов, технологических характеристик и др.).	Оценка за контрольный опрос №2. Оценка за экзамен

1	2	3
<i>Раздел 4. Принципы компоновки ЭНМ для различных систем гражданского применения</i>	<i>Знает:</i> - широкий спектр направлений применения ЭМ в военном деле и гражданских отраслях экономики страны; - требования к комплексу свойств энергонасыщенных материалов (энергетике, баллистическим параметрам, механическим и реологическим характеристикам, чувствительности к внешним воздействиям, физической и химической совместимости компонентов, технологическим характеристикам и др.), вытекающие из условий их применения; - принципы и особенности компоновки современных энергонасыщенных материалов различного назначения; <i>Умеет:</i> - создавать современные энергонасыщенные материалы различного назначения на основе знаний по обеспечению различных характеристик ЭМ, основных принципов компоновки ЭМ и особенностей отдельных видов ЭМ; <i>Владеет:</i> - методами научных исследований комплекса свойств ЭМ; - навыками компоновки энергонасыщенных материалов различного назначения, обладающих оптимальным составом с точки зрения обеспечения полного комплекса требуемых характеристик (энергетических и баллистических параметров, механических и реологических характеристик, чувствительности к внешним воздействиям, физической и химической совместимости компонентов, технологических характеристик и др.).	Оценка за контрольный опрос №3. Оценка за экзамен

15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
"Принципы компоновки энергонасыщенных материалов
различного назначения"**

основной образовательной программы

18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий"

(Код и наименование специальности)

Специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов
и твердых ракетных топлив"

(Наименование ООП)

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание изменения/дополнения	Основание внесения изменения/дополнения
1.	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения	протокол заседания Ученого совета № 1 от 30 августа 2019 г.
2.	Изменения в части обновления договоров электронных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 2 от 30 сентября 2019 г.
3.	Изменения в части использования ЭО и ДОТ при реализации основных профессиональных образовательных программ	пр. ректора № 163-А от 16 марта 2020 г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева"

"УТВЕРЖДЕНО"

на заседании Учёного совета.

Протокол № 1 от 29 августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

"Теория и свойства энергонасыщенных материалов"

Специальность 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных
материалов и изделий"

Специализация "Химическая технология полимерных композиций,
порохов и твердых ракетных топлив"

Квалификация "Инженер"

Москва 2024 г.

Программа составлена:

д.т.н., заведующим кафедрой, профессором кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений В.А. Петровым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д.И. Менделеева 18 июня 2024 г., протокол № 15.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий", специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов и твёрдых ракетных топлив" (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина "Теория и свойства ЭНМ" относится к дисциплинам части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.ДВ.02.01). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физики, математики, общей и неорганической, органической, аналитической химии, а также дисциплин «Энергонасыщенные материалы виды, свойства, применение», «Внутренняя баллистика», «Химическая физика ЭНМ», «Химия и физика полимеров», «Теория технологических процессов», «Технология порохов и ТРТ на основе нитратов целлюлозы», «Технология смесевых ЭНМ».

Цель дисциплины – изучение классов энергетических материалов, изучение физико-химических свойств порохов и смесового твердого ракетного топлива.

Задачи дисциплины – заключается в формировании у обучающихся системных углублённых знаний в области теории и свойств энергетических материалов; понимания перспективных направлений развития энергетических материалов, представлений о поиске новых решений при создании новых энергетических материалов.

Дисциплина " Теория и свойства ЭНМ " преподаётся в 10 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения.

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Участие в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах (далее - НИОКР), направленных на совершенствование получения и использования энергонасыщенных материалов и изделий и изучение их свойств; Разработка программ, методик, технических средств для проведения исследований свойств существующих и новых энергонасыщенных материалов и изделий; Обработка и анализ результатов экспериментальных исследований, формулирование выводов, подготовка отчетов и публикаций о результатах исследований, защита интеллектуальной собственности; Участие во внедрении результатов НИОКР; Поиск и анализ научно-технической информации в области энергонасыщенных материалов и	Индивидуальные и смесевые энергонасыщенные материалы и изделия на их основе; расчетные методы прогнозирования энергетических характеристик энергонасыщенных материалов; методы и приборы для исследования и оценки эффективности и практической пригодности энергонасыщенных материалов и изделий.	ПК- 4 Способен разрабатывать инновационные методики и программы проведения исследований и испытаний артиллерийских порохов, баллистических и смесевых ТРТ	ПК-4.1 Знает основные методы, используемые при проведении исследований и испытаний порохов и ТРТ различного типа; физико-химические основы возникновения и развития самораспространяющихся процессов горения и детонации и методы расчёта их параметров; физические основы взрыва в различных средах; методы создания новых составов с заданными физико-химическими, баллистическими, механическими и другими специальными свойствами; принципы подбора компонентов и зависимость важнейших свойств энергонасыщенных материалов от природы и соотношения компонентов; ПК-4.2 Умеет теоретически рассчитывать и экспериментально определять термодинамические характеристики	26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: разработки, проектирования, наладки, эксплуатации и совершенствования средств, методов получения и способов применения энергонасыщенных материалов и изделий; промышленного и опытного производства индивидуальных и смесевых энергонасыщенных материалов, исходных и промежуточных продуктов для их получения; промышленного и опытного производства изделий на основе энергонасыщенных материалов; эксплуатации и хранения энергонасыщенных материалов; надзора в области промышленной безопасности при получении и использовании энергонасыщенных материалов и изделий). Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда; обобщение отечественного и зарубежного опыта.

изделий с целью научно-практической и патентной поддержки проводимых исследований.			энергонасыщенных материалов; предлагать и решать задачи, связанные с проведением исследований и испытаний порохов и ТРТ различных типов; прогнозировать параметры горения, механические характеристики и физико-химические свойства энергонасыщенных материалов; ПК-4.3 Владеет методиками расчета и экспериментального определения параметров горения, механических характеристик, физико-химических и специальных свойств энергонасыщенных материалов и изделий; навыками экспериментальной работы по исследованию энергонасыщенных материалов; основными экспериментальными методами синтеза основных компонентов, комплексного исследования их физико-химических свойств, параметров горения и механических характеристик.	Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н, Обобщенная трудовая функция В. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем. В /02.6. Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований (уровень квалификации – 6).
Экспертно-аналитический тип задач профессиональной деятельности				
Участие в экспертизе аварийных ситуаций при работах с энергонасыщенными материалами и изделиями; участие в экспертизе чрезвычайных ситуаций, имевших место с использованием энергонасыщенных материалов.	Расчетные методы прогнозирования энергетических характеристик энергонасыщенных материалов	ПК-3 Способен в составе группы проводить экспертизу происшествий с участием энергонасыщенных материалов и изделий	ПК-3.1 Знает теоретические основы современных методов химического и физико-химического анализа и их использования для идентификации энергонасыщенных материалов; методы оценки эффективности	26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: разработки, проектирования, наладки, эксплуатации и совершенствования средств, методов получения и способов применения энергонасыщенных материалов и изделий; промышленного и

			энергонасыщенных материалов по их физико-химическим свойствам и области их использования; характеристики основных устройств и изделий, использующих энергию горения и взрыва; ПК-3.2 Умеет использовать имеющееся специальное оборудование и современные приборы для исследования энергонасыщенных материалов и изделий на их основе; оценивать безопасные расстояния при взрыве энергонасыщенных материалов; ПК-3.3 Владеет методами физико-химического анализа для установления структуры, анализа и обнаружения энергонасыщенных материалов; навыками проведения и организации работ с использованием химических и физико-химических методов анализа для решения криминалистических задач; навыками и методиками расчета для различных условий практического применения энергонасыщенных материалов.	опытного производства индивидуальных и смесевых энергонасыщенных материалов, исходных и промежуточных продуктов для их получения; промышленного и опытного производства изделий на основе энергонасыщенных материалов; эксплуатации и хранения энергонасыщенных материалов; надзора в области промышленной безопасности при получении и использовании энергонасыщенных материалов и изделий). Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда; обобщение отечественного и зарубежного опыта. Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н, Обобщенная трудовая функция В. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем. В /02.6. Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований (уровень квалификации – 6).

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- вязкоупругие свойства полимерных материалов, ТРТ и порохов;
- напряженное состояние и накопление повреждений, критерий Бейли;
- термическая стойкость, химическая совместимость компонентов ТРТ;
- прочность при действии динамических нагрузок.

Уметь:

- исследовать термическую стойкость энергетических материалов с помощью методов ДСК и ТГА;

Владеть:

- навыками изучения и обобщения информации в области науки об энергетических материалах.

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объём дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,33	48	36
в том числе в форме практической подготовки	0,33	12	9
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16	12
в том числе в форме практической подготовки	0,33	12	9
Лабораторные работы (ЛР)	–	–	–
в том числе в форме практической подготовки	–	–	–
Самостоятельная работа	1,67	60	45
Контактная самостоятельная работа	1,67	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		59,6	44,7
в том числе в форме практической подготовки	–	–	–
Виды контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	–	–
Подготовка к экзамену		36	27
Вид итогового контроля:		Экзамен	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Название раздела	Академ. часов				
		Всего	Лекции	Практ. занятия	В т.ч. в форме пр. подг.	Самост. работа
1.	Раздел 1. Физические и теплофизические свойства порохов и ТРТ	15	4	2	2	9
1.1.	Плотность и гигроскопичность порохов и ТРТ	8	2	1	1	5
1.2.	Теплофизические свойства порохов и ТРТ	7	2	1	1	4
2.	Раздел 2. Структура порохов на основе пластифицированных нитратов целлюлозы	15	4	2	2	9
2.1.	Надмолекулярная структура нитратов целлюлозы	8	2	1	1	5
2.2.	Структура порохов	7	2	1	1	4
3.	Раздел 3. Механические свойства порохов и ТРТ на основе пластифицированных нитратов целлюлозы	24	8	4	3	12
3.1.	Механические характеристики порохов и ТРТ	6	2	1	1	3
3.2.	Деформационные свойства баллиститных порохов	6	2	1	1	3
3.3.	Прочность и разрушение баллиститных порохов	12	4	2	1	6
4.	Раздел 4. Структура и физико- механические свойства СТРТ	18	4	2	2	12
4.1.	Общая характеристика структуры СТРТ и требований к механическим свойствам	9	2	1	1	6
4.2.	Деформация и разрушение СТРТ	9	2	1	1	6
5.	Раздел 5. Стабильность порохов и зарядов	18	6	3	3	9
5.1.	Физическая стабильность порохов и СТРТ	6	2	1	1	3
5.2.	Миграция низкомолекулярных компонентов	6	2	1	1	3
5.3.	Физическая стабильность пироксилиновых и сферических порохов	6	2	1	1	3
6.	Раздел 6. Гарантийные сроки хранения	6	2	1		3
7.	Раздел 7. Термостабильность зарядов	6	2	1		3
8.	Раздел 8. Радиационная стойкость порохов и ТРТ	6	2	1		3
	Итого:	108	32	16	12	60
	Экзамен	36				
	Всего часов	144				

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Физические и теплофизические свойства порохов и ТРТ

1.1. Плотность и гигроскопичность порохов и ТРТ. Плотность и её влияние на баллистическую эффективность зарядов. Влияние плотности на дальность полета ракеты, эффективный единичный импульс. Методы расчета и измерений плотности. Гравиметрическая плотность. Влияние плотности, формы и конструкции заряда на коэффициент использования рабочего объема камеры ракетного двигателя. Гигроскопичность пироксилиновых и баллиститных порохов. Гигроскопичность смесевых ТРТ. Влияния гигроскопичности на свойства порохов и зарядов: воспламеняемость и скорость горения, дульную скорость снаряда и дальность его полета, химическую и физическую стабильность, механические свойства. Влияние компонентного состава на гигроскопичность СТРТ. Гигроскопичность наполнителей. Способы снижения гигроскопичности, условия хранения порохов и зарядов.

1.2. Теплофизические свойства порохов и ТРТ. Основные теплофизические свойства порохов и ТРТ: удельная теплоемкость, коэффициент теплопроводности, коэффициент температуропроводности, температурные коэффициенты линейного и объемного расширения, температура стеклования. Примеры использования теплофизических характеристик в технологии порохов и ТРТ (расчеты технологических процессов и технологических аппаратов, расчеты температурных полей, возникающих в зарядах при хранении в условиях переменных температур, при оценке напряженного состояния зарядов, исследования процессов воспламенения и горения, теплового взрыва). Способы расчета и измерений теплофизических характеристик. Влияние компонентного состава энергетических материалов на теплофизические характеристики.

1.3. Электризация порохов и ТРТ. Виды электризации при производстве порохов. Образование заряда на поверхности контакта жидкой среды с твердым материалом (электролитическая электризация) при движении жидких компонентов в аппаратах и трубопроводах. Образование заряда на поверхности частиц пыли и порошков в циклонах, при механической обработке. Контактная электризация. Основные меры обеспечения безопасности при производстве порохов и ТРТ.

Раздел 2. Структура порохов на основе пластифицированных нитратов целлюлозы

2.1. Надмолекулярная структура нитратов целлюлозы. Роль надмолекулярной структуры порохов при формировании комплекса технологических, физико-механических и других свойств порохов. Влияние особенностей строения макромолекул нитратов целлюлозы (НЦ) на формирование надмолекулярной структуры. Жесткость макромолекул НЦ. Конформация звеньев и макромолекул. Влияние степени этерификации на надмолекулярную структуру НЦ. Фазовое состояние и степень кристалличности НЦ. Температуры плавления и стеклования. Влияние содержания азота на степень кристалличности НЦ. Элементарная ячейка НЦ. Строение микрофибрилл. Структура волокон аморфно-кристаллических полимеров. Фибриллярная структура целлюлозы и её нитратов. Внутренняя поверхность, пористость и капиллярная структура волокон НЦ. Микро- и макроструктура порохов. Элементы микроструктуры: макромолекулы (или их участки), микрокристаллиты (кристаллические микрофибриллы), первичные микрофибриллы.

2.2. Структура порохов. Элементы макроструктуры: остатки волокон НЦ, содержащие пластификатор, неоднородные по содержанию пластификатора области пластифицированного НЦ, нерастворимые компоненты порохов (ВВ, металлическое горючее, катализаторы), образующие самостоятельные фазы. Молекулярные комплексы НЦ с пластификаторами. Строение молекулярных комплексов и механизм их образования. Влияние температуры, концентрации и вида пластификатора на устойчивость комплексов.

Диаграмма состояния пластифицированных полимеров, образующих молекулярный комплекс. Влияние степени этерификации НЦ на структуру порохов. Пластификация пироксилина №1 нитроглицерином. Влияние концентрации и термодинамического сродства пластификаторов к НЦ на структуру порохов. Влияние технологических режимов изготовления на структурную неоднородность пластифицированных нитратов целлюлозы. Кинетический и термодинамический механизмы возникновения локальной неоднородности распределения пластификатора в пластифицированных НЦ.

Раздел 3. Механические свойства порохов и ТРТ баллиститного типа

3.1. Механические характеристики порохов и ТРТ. Виды напряжений, возникающих при изготовлении, транспортировке хранении и применении изделий. Термические напряжения в заряде при изменениях температуры окружающей среды. Напряжения на границах раздела «топливо – бронепокрывание», «топливо – защитнокрепящий слой – теплозащитный слой – корпус». Напряжения на опорной поверхности заряда. Напряжения при транспортировке. Перегрузки в полете.

3.2. Деформационные свойства баллиститных порохов. Прочностные и деформационные свойства порохов и ТРТ, методы измерений. Разрывная прочность, прочность на сжатие, предел вынужденной эластичности, предел текучести при сжатии, долговечность, ударная прочность, разрывная деформация, модуль упругости, долговременный модуль ползучести. Характеристики релаксационных (структурных) и фазовых переходов в пластифицированных НЦ. Низкотемпературный и высокотемпературный структурные переходы. Влияние пластификаторов на температуру переходов и деформационные свойства порохов. Термомеханические свойства нитратов целлюлозы пластифицированных нитроэфирами. Влияние типа и содержания пластификатора на модуль упругости. Вынужденная эластичность, температура механического стеклования и температура хрупкости порохов. Влияние напряжения на температуру механического стеклования. Зависимость деформации от времени нагружения. Влияние температуры на скорость ползучести. Способы регулирования деформационных свойств порохов.

3.3. Прочность и разрушение баллиститных порохов. Механизм разрушения порохов. Временная зависимость прочности порохов. Основные кинетические уравнения, описывающие разрушение порохов и ТРТ, физический смысл коэффициентов, входящих в эти уравнения, их границы применимости. Безопасное напряжение, предельное значение прочности, теоретическая прочность. Напряженное состояние и накопление повреждений, их количественные описания. Влияние особенностей рецептурного состава пороха (вид и количество пластификаторов, тип и качество НЦ, тип наполнителя и степень наполнения, технологические факторы) на прочностные свойства порохов. Способы регулирования и совершенствования механических свойств порохов.

Раздел 4. Структура и физико-механические свойства СТРТ

4.1. Общая характеристика структуры СТРТ и требований к механическим свойствам. Структура СТРТ, как типичного высоконаполненного композита. Требования к механическим свойствам для вкладных и прочно скрепленных зарядов СТРТ. Трудности компоновки составов СТРТ, связанные с взаимной противоречивостью требований к комплексу физико-механических, технологических, энергетических и других свойств. Требования к свойствам вулканизаторов связующих высоконаполненных композитов для вкладных и прочно скрепленных изделий.

4.2. Деформация и разрушение СТРТ. Основные стадии деформации и разрушения высоконаполненных композитов. Деформации и разрушение композитов с различной величиной адгезионного взаимодействия связующих с наполнителями. Основные факторы, влияющие на механические свойства СТРТ. Влияние наполнителей на механические свойства. Адгезионный, когезионный и смешанный характер разрушения.

Влияние химической природы наполнителя на энергию адгезии. Усиливающие наполнители. Способы регулирования адгезионного взаимодействия связующих с наполнителями. Влияние степени наполнения на модуль упругости и критическую деформацию при разрушении. Влияние гранулометрического состава и формы частиц наполнителя на механические свойства. Влияние гидростатического давления на механические свойства СТРТ. Влияние свойств полимерного компонента (молекулярная масса, молекулярно-массовое распределение, полярность, наличие функциональных групп) и способов его сшивания на механические свойства вулканизатов, адгезионное взаимодействие с наполнителями, механические свойства СТРТ. Особенности регулирования механических свойств СТРТ на основе олигомеров с концевыми функциональными группами. Влияние пластификаторов на механические свойства.

4.3. Методы экспериментальных исследований прочности натуральных зарядов.

Комплексная программа имитационных испытаний. Прочность при транспортировке. Исследование прочности вкладных зарядов с имитацией полетных нагрузок. Прочность крупногабаритных зарядов при действии осевых нагрузок. Этапы и порядок проверки работоспособности. Прочность зарядов при действии поперечных нагрузок. Имитация рабочих нагрузок при вращении и выходе двигателя на режим квазистационарной работы. Прочность зарядов при действии динамических нагрузок.

Раздел 5. Стабильность порохов и зарядов

5.1. Физическая стабильность порохов и СТРТ. Процессы, развивающиеся в порохах и ТРТ при их хранении. Основные причины нестабильности, связанные с влиянием химических, механических и физико-химических факторов. Физическая устойчивость порохов и СТРТ.

5.2. Миграция низкомолекулярных компонентов. Основные виды физической нестабильности. Термодинамическая (физическая) устойчивость, как способность энергетического материала сохранять фазовый состав, структуру и связанные с этим свойства. Основные виды и причины потери устойчивости: экссудация и кристаллизация пластификаторов, кристаллизация полимерного компонента связующих, миграция компонентов из заряда в бронепокрывтия, флегматизированные, защитно-крепящие и теплозащитные слои, изменение состава в результате испарения летучих компонентов, полиморфные превращения в кристаллических наполнителях, частичная растворимость органических наполнителей (ВВ) в связующем. Экссудация и кристаллизация пластификаторов. Термодинамические условия экссудации и кристаллизации пластификаторов. Термодинамическая устойчивость баллистических порохов, пределы совместимости энергонасыщенных пластификаторов с нитратами целлюлозы. Влияние температуры и степени этерификации нитратов целлюлозы на термодинамическую устойчивость. Предельно допустимые концентрации пластификаторов в составах баллистических порохов. Влияние способа получения на физическую устойчивость. Термодинамическая устойчивость СТРТ. Влияние плотности пространственной сетки связующего на термодинамическую устойчивость. Закономерности кристаллизации пластификаторов в связующих и СТРТ. Критерии выбора пластификаторов, удовлетворяющих требованиям по обеспечению термодинамической устойчивости топлив. Методы оценки термодинамической устойчивости порохов и ТРТ. Кристаллизация полимеров в составах СТРТ. Закономерности кристаллизации полимерных компонентов в составах СТРТ. Влияние кристаллизации на механические свойства топлив. Влияние химического строения полимера и компонентного состава связующих на термодинамические условия кристаллизации. Кинетические особенности кристаллизации эластомеров. Влияние температуры на скорость кристаллизации. Ускоренные методы прогнозирования кристаллизации. Способы подавления кристаллизации. Миграция низкомолекулярных компонентов. Закономерности миграции низкомолекулярных компонентов в порохах и ТРТ. Миграция и перераспределение

низкомолекулярных компонентов пороха, как причина нестабильности свойств порохов и зарядов. Диффузия пластификаторов в бронепокртия, защитно-крепящие и теплозащитные слои. Зависимость коэффициента взаимодиффузии от свойств полимерных матриц топлива и контактирующих с ним полимерных слоев. Термодинамические и кинетические факторы, определяющие скорости диффузии и перераспределения компонентов. Физическая стабильность пироксилиновых и сферических порохов. Улетучивание остаточного растворителя и гигроскопичность – основные физико-химические причины нестабильности свойств пироксилиновых порохов. Влияние условий хранения пороха на содержание летучих компонентов и стабильность баллистических характеристик выстрела.

5.3. Физическая стабильность пироксилиновых и сферических порохов.

Гарантийные сроки хранения пироксилиновых порохов. Закономерности диффузии флегматизаторов в пироксилиновых и сферических порохах. Диффузионная устойчивость флегматизированных слоев. Механизм и способы стабилизации флегматизированного слоя. Влияние температуры и содержания пластификатора на устойчивость и состав флегматизированного слоя.

Раздел 6. Гарантийные сроки хранения

Факторы, определяющие работоспособность, гарантированную надежность и сроки служебной пригодности изделий. Прогнозирование гарантийных сроков хранения. Выбор критических параметров при оценке гарантийных сроков хранения порохов и ТРТ. Последовательность основных этапов определения гарантийных сроков хранения. Методика расчета ГСХ. Старение при форсированных условиях. Выбор кинетических параметров старения. Зависимость критического параметра от времени и температуры старения, расчет константы скорости, эффективной энергии активации и предэкспоненты. Климатические условия хранения зарядов. Эквивалентные температуры и сроки эксплуатации.

Раздел 7. Термостабильность зарядов ТРТ

Механизмы образования трещин, релаксационная и химическая гипотезы растрескивания. Основные закономерности диффузии газов в полимерных материалах и порохах. Процессы переноса. Проницаемость, растворимость газов в полимерах и порохах. Газонакопление при длительном воздействии температуры. Распределение давления газов и напряжений по своду заряда. Физико-химическая модель для описания термической стабильности зарядов. Расчет времени до начала растрескивания. Использование критерия Бейли для прогнозирования условий разрушения зарядов при хранении. Влияние габаритов изделия на термостабильность. Взаимосвязь размеров заряда с индукционным периодом его разрушения. Термостабильность ТРТ баллистического типа и смесевых ТРТ.

Раздел 8. Радиационная стойкость порохов и ТРТ

Понятие о радиационной устойчивости энергонасыщенных материалов. Основные виды ионизирующих излучений при эксплуатации и применении порохов и ТРТ и их влияние на компоненты энергетических материалов. Радиационное разложение компонентов. Радиационно-химические процессы сшивания и деструкции, газообразования и окисления полимерных компонентов. Влияние радиации на свойства порохов и зарядов. Предельно-допустимые дозы облучения. Методы испытаний. Радиационная стойкость СТРТ и порохов на нитроцеллюлозной основе.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7	Раздел 8
	Знать:								
1.	– вязкоупругие свойства полимерных материалов, ТРТ и порохов;	+	+	+	+	+	+	+	+
2.	– напряженное состояние и накопление повреждений, критерий Бейли,;	+	+	+	+	+	+	+	+
3.	– термическую стойкость, химическая совместимость компонентов ТРТ;	+	+	+	+	+	+	+	+
4.	– прочность при действии динамических нагрузок.			+	+				
	Уметь:								
5.	– исследовать термическую стойкость энергетических материалов с помощью методов ДСК и ТГА;	+	+	+	+	+	+	+	+
	Владеть:								
6.	– навыками изучения и обобщения информации в области науки об энергетических материалах.	+	+	+	+	+	+	+	+

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:										
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7	Раздел 8
7.	ПК- 4 Способен разрабатывать инновационные методики и программы проведения исследований и испытаний артиллерийских порохов, баллистических и смесевых ТРТ	ПК-4.1 Знает основные методы, использующиеся при проведении исследований и испытаний порохов и ТРТ различного типа; физико-химические основы возникновения и развития самораспространяющихся процессов горения и детонации и методы расчёта их параметров; физические основы взрыва в различных средах; методы создания новых составов с заданными физико-химическими, баллистическими, механическими и другими специальными свойствами; принципы подбора компонентов и зависимость важнейших свойств энергонасыщенных материалов от природы и соотношения компонентов;	+	+	+	+	+	+	+	+

8.	ПК-4.2 Умеет теоретически рассчитывать и экспериментально определять термодинамические характеристики энергонасыщенных материалов; предлагать и решать задачи, связанные с проведением исследований и испытаний порохов и ТРТ различных типов; прогнозировать параметры горения, механические характеристики и физико-химические свойства энергонасыщенных материалов;	+	+	+	+	+	+	+	+

9.	ПК-4.3 Владеет методиками расчета и экспериментального определения параметров горения, механических характеристик, физико-химических и специальных свойств энергонасыщенных материалов и изделий; навыками экспериментальной работы по исследованию энергонасыщенных материалов; основными экспериментальными методами синтеза основных компонентов, комплексного исследования их физико-химических свойств, параметров горения и механических характеристик.	+	+	+	+	+	+	+	+	+

10.	ПК-3 Способен в составе группы проводить экспертизу происшествий с участием энергонасыщенных материалов и изделий	ПК-3.1 Знает теоретические основы современных методов химического и физико-химического анализа и их использования для идентификации энергонасыщенных материалов; методы оценки эффективности энергонасыщенных материалов по их физико-химическим свойствам и области их использования; характеристики основных устройств и изделий, использующих энергию горения и взрыва;	+	+	+	+	+	+	+	+
11.		ПК-3.2 Умеет использовать имеющееся специальное оборудование и современные приборы для исследования энергонасыщенных материалов и изделий на их основе; оценивать безопасные расстояния при взрыве энергонасыщенных материалов;	+	+	+	+	+	+	+	+

12.	ПК-3.3 Владеет методами физико-химического анализа для установления структуры, анализа и обнаружения энергонасыщенных материалов; навыками проведения и организации работ с использованием химических и физико-химических методов анализа для решения криминалистических задач; навыками и методиками расчета для различных условий практического применения энергонасыщенных материалов.	+	+	+	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Предусмотрены практические занятия обучающегося в специалитете в объеме 18 час. в 10 семестре.

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Практическое занятие 1. Физические и теплофизические свойства порохов и ТРТ	3
2	2	Практическое занятие 2. Структура порохов на основе пластифицированных нитратов целлюлозы	2
3	3	Практическое занятие 3. Механические свойства порохов и ТРТ на основе пластифицированных нитратов целлюлозы	4
4	4	Практическое занятие 4. Структура и физико-механические свойства СТРТ	3
5	5,6	Практическое занятие 5. Стабильность порохов и зарядов. Гарантийные сроки хранения	4
6	7,8	Практическое занятие 6. Термостабильность зарядов. Радиационная стойкость порохов и ТРТ	2

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекционных занятиях учебного материала;
- подготовку к контрольным работам по тематике дисциплины на основе проработки рекомендованной литературы и работы с электронно-библиотечными системами;
- поиск и изучение интернет-ресурсов по тематике дисциплины;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- подготовку к сдаче экзамена (10 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, обучающимся лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Реферативно-аналитические работы по дисциплине не предусмотрены.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля в 10 семестре предусмотрено 2 контрольных работы (по одной контрольной работе по разделам 1-4 и 5-8). Максимальная оценка за контрольные работы 1 и 2 составляет 30 баллов на каждую.

Разделы 1-4. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса по 15 баллов каждый.

Вопрос 1.1.

1. Температура механического стеклования баллиститных порохов.
2. Термодинамическая устойчивость порохов и СТРТ

Вопрос 1.2.

1. Механические свойства порохов и ТРТ.
2. Виды термодинамической неустойчивости и методы её оценки

Вопрос 1.3.

1. Зависимость температуры стеклования баллиститных порохов от вида и количества пластификатора
2. Основные виды деформаций и напряжений, возникающих в зарядах ТРТ.

Вопрос 1.4.

1. Прочностные и деформационные характеристики порохов и ТРТ. Ударная прочность и методы её определения.
2. Временная зависимость прочности порохов и ТРТ.

Вопрос 1.5.

1. Основные закономерности внешнего трения. Влияние различных факторов
2. Механизм смещения при переработке полимерных материалов методом экструзии.

Вопрос 1.6.

1. Использование критерия Бейли при расчете термостабильности заряда.
2. Эксплуатационно-технические требования к порохам и ТРТ.

Вопрос 1.7.

1. Измерение эффективной энергии активации и константы скорости процессов старения порохов и СТРТ.
2. Температура механического стеклования баллиститных порохов и ее зависимость от вида и количества пластификатора.

Вопрос 1.8.

1. Влияние температуры и степени пластификации НЦ на механические свойства баллиститных порохов.
2. Влияние степени наполнения на модуль упругости СТРТ. Перечислите и обоснуйте возможные способы регулирования величин модуля упругости СТРТ.

Вопрос 1.9.

1. Коэффициенты термического расширения. Обоснуйте необходимость их учета в технологии СТРТ.
2. Прочностные и деформационные характеристики порохов и ТРТ

Вопрос 1.10

1. Структура порохов баллистического типа. Основные элементы структуры.
2. Коэффициенты термического расширения. Обоснуйте необходимость их учета в технологии СТРТ.

Вопрос 1.11.

1. Основные теплофизические свойства и их значение в технологии порохов и ТРТ.
2. Гарантийные сроки хранения и основные этапы их оценки.

Вопрос 1.12.

1. Механизм и основные стадии разрушения СТРТ. Пути совершенствования механических характеристик.
2. Измерение эффективной энергии активации и константы скорости процессов старения порохов и СТРТ.

Вопрос 1.13.

1. Временная зависимость прочности порохов и ТРТ.
2. Использование критерия Бейли при расчете термостабильности заряда.

Вопрос 1.14.

1. Влияние степени наполнения на модуль упругости СТРТ.
2. Временная зависимость прочности порохов и ТРТ.

Вопрос 1.15.

1. Механизм и основные стадии разрушения СТРТ. Пути совершенствования механических характеристик.
2. Влияние гранулометрического состава наполнителей и формы частиц на механические свойства СТРТ.

Разделы 5-8. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса по 15 баллов каждый.

Вопрос 2.1.

1. Гигроскопичность порохов и ТРТ.
2. Коэффициенты термического расширения. Обоснуйте необходимость их учета в технологии СТРТ.

Вопрос 2.2.

1. Экспериментальное определение констант эффективной скорости и эффективной энергии активации процессов старения топлива.
2. Ускоренные методы прогнозирования склонности полимеров к кристаллизации.

Вопрос 2.3.

1. Влияние адгезионного взаимодействия связующего с наполнителем на физико-механические свойства СТРТ. Способы повышения адгезии вулканизатов связующих к наполнителям.
2. Порядок расчета ГСХ. Эквивалентная температура.

Вопрос 2.4.

1. Гигроскопичность порохов и ТРТ.
2. Способы регулирования структурно-механических свойств порохов и ТРТ.

Вопрос 2.5.

1. Влияние адгезии на механические свойства наполненных полимерных композиций.
2. Термостабильность порохов, общее описание механизма процессов, приводящих к растрескиванию зарядов. Влияние габаритов изделия на термостабильность.

Вопрос 2.6.

1. Экспериментальное определение констант эффективной скорости и эффективной энергии активации процессов старения топлива.
2. Ускоренные методы прогнозирования склонности полимеров к кристаллизации.

Вопрос 2.7.

1. Порядок расчета ГСХ. Эквивалентная температура
2. Радиационная стойкость порохов и ТРТ.

Вопрос 2.8.

1. Механические свойства высококонцентрированных наполненных композиций
2. Экспериментальное определение констант эффективной скорости и эффективной энергии активации процессов старения топлива.

Вопрос 2.9.

1. Электризация порохов и ТРТ, способы снижения электризации.
2. Основные причины неустойчивости свойств порохов и ТРТ при хранении.

Вопрос 2.10.

1. Влияние адгезионного взаимодействия связующего с наполнителем на физико-механические свойства СТРТ. Способы повышения адгезии вулканизаторов связующих к наполнителям.
2. Электризация порохов и ТРТ, способы снижения электризации.

Вопрос 2.11.

1. Причины возникновения внутренних напряжений в порохах и ТРТ.
2. Возможности регулирования адгезионной прочности и механических свойств.

Вопрос 2.12.

1. Показатели механических свойств полимеров и методы их определения.
2. Гигроскопичность порохов и ТРТ.

Вопрос 2.13.

1. Экспериментальное определение констант эффективной скорости и эффективной энергии активации процессов старения топлива.
2. Порядок расчета ГСХ. Эквивалентная температура.

Вопрос 2.14.

1. Основные характеристики механических свойств СТРТ.
2. Радиационная стойкость порохов и ТРТ.

Вопрос 2.15.

1. Температура механического стеклования баллиститных порохов.
2. Гигроскопичность порохов и ТРТ.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (10 семестр – экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. Вопрос 1 – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов. Максимальное количество баллов за *экзамен* (10 семестр) – 40 баллов.

8.3.1 Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины 10 семестр – экзамен

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. Вопрос 1 – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов. Максимальное количество баллов за *экзамен* (10 семестр) – 40 баллов.

1. Механические свойства порохов и ТРТ. Требования к физико-механическим характеристикам порохов и ТРТ.
2. Термодинамическая устойчивость порохов и СТРТ
3. Виды термодинамической неустойчивости и методы её оценки.
4. Влияние температуры и степени пластификации НЦ на механические свойства баллиститных порохов.
5. Факторы, оказывающие влияние на модуль упругости СТРТ.

6. Температура механического стеклования баллиститных порохов и способы ее определения, ее зависимость от вида и количества пластификатора
7. Зависимость температуры стеклования баллиститных порохов от вида и количества пластификатора
8. Основные виды деформаций и напряжений, возникающих в зарядах ТРТ.
7. Прочностные и деформационные характеристики порохов и ТРТ. Ударная прочность и методы её определения.
8. Временная зависимость прочности порохов и ТРТ.
9. Использование критерия Бейли при расчете термостабильности заряда.
10. Эксплуатационно-технические требования к порохам и ТРТ.
11. Измерение эффективной энергии активации и константы скорости процессов старения порохов и СТРТ.
12. Температура механического стеклования баллиститных порохов и ее зависимость от вида и количества пластификатора.
13. Почему этот баллиститные пороха, как правило, используют при изготовлении вкладных зарядов?
14. Влияние степени наполнения на модуль упругости СТРТ. Перечислите и обоснуйте возможные способы регулирования величин модуля упругости СТРТ.
15. Гигроскопичность порохов и ТРТ.
16. Коэффициенты термического расширения. Обоснуйте необходимость их учета в технологии СТРТ.
17. Основные теплофизические свойства и их значение в технологии порохов и ТРТ.
18. Прочностные и деформационные характеристики порохов и ТРТ
19. Структура порохов баллиститного типа. Основные элементы структуры.
20. Электризация порохов и ТРТ, способы снижения электризации. Основные причины нестабильности свойств порохов и ТРТ при хранении. Приведите примеры возможных химических процессов, вызывающих изменение свойств смесевых ТРТ.
22. Гарантийные сроки хранения и основные этапы их оценки.
23. Порядок расчета ГСХ. Эквивалентная температура.
24. Влияние гранулометрического состава наполнителей и формы частиц на механические свойства СТРТ.
25. Основные характеристики механических свойств СТРТ.
26. Механизм и основные стадии разрушения СТРТ. Пути совершенствования механических характеристик.
27. Экспериментальное определение констант эффективной скорости и эффективной энергии активации процессов старения топлива.
28. Влияние адгезионного взаимодействия связующего с наполнителем на физико-механические свойства СТРТ. Способы повышения адгезии вулканизатов связующих к наполнителям.
29. Ускоренные методы прогнозирования склонности полимеров к кристаллизации.
30. Термостабильность порохов, общее описание механизма процессов, приводящих к растрескиванию зарядов. Влияние габаритов изделия на термостабильность.

Фонд оценочных средств приведён в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и пример билетов для экзамена (10семестр)

Экзамен по дисциплине "Теория и свойства ЭНМ" проводится в 10 семестре и включает контрольные вопросы по восьми разделам (1-8) рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для экзамена:

<i>"Утверждаю"</i> <i>Зав. кафедрой ХТВМС</i> _____ <i>В.А. Петров</i> " " 20__ г.	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева Кафедра ХТВМС Специальность 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий" Специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов и твёрдых ракетных топлив" Дисциплина: Теория и свойства ЭНМ
" " 20__ г.	Студент гр. И-55 _____
Билет № 1	
1. Термодинамическая устойчивость порохов и СТРТ.	
2. Порядок расчета ГСХ. Понятие эквивалентной температуры.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Рогов Н.Г., Груздев Ю.А. Физико-химические свойства порохов и твердых ракетных топлив.- С.-Петербург.: СПбГТИ(ТУ), 2005.- 200 с. (**базовый (фундаментальный) учебник**).
2. Цуцуран В.И., Петрухин Н.В., Гусев. С.А.. Военно-технический анализ состояния и перспектив развития твердых топлив. М.: МО РФ, 1999.- 332 с. (**базовый (фундаментальный) учебник**).

Б. Дополнительная литература

1. Фиошина М.А., Русин Д.Л. Основы химии и технологии порохов и твердых ракетных топлив: Учебное пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. –315 с.
2. Тагер А.А. Физико-химия полимеров: Учебное пособие. 4-е изд. – М.: Химия. 2007. – 540 с.
3. Бухина М.Ф. Техническая физика эластомеров: –М.: Химия. 1984. – 224 с.
4. Берлин А.А., Басин В.Е. Основы адгезии полимеров: –М.: Химия. 1969. – 320 с.
5. Лотменцев Ю.М., Плешаков Д.В., Крюков В.Н., Ермакова Т.Д. Методы оценки термодинамической совместимости пластифицированных полимеров: Учебное пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2000. – 48 с.
6. Липатов Ю.С. Физическая химия наполненных полимеров: –М.: Химия. 1977.
7. Андреев К.К. Термическое разложение и горение взрывчатых веществ. - М:Наука, 1966.
8. Абутов Д.И., Бобылев В.М. Теория и расчет ракетных двигателей твердого топлива. - М.: Машиностроение, 1987.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Журнал "Высокомолекулярные соединения".
 - Журнал "Боеприпасы. XXI век". ISSN: 2073-6649.
 - Журнал "Боеприпасы и спецхимия". ISSN: 1995-154X.
 - Журнал "Боеприпасы и высокоэнергетические конденсированные системы". ISSN: 1999-6500.
 - Журнал "Успехи в химии и химической технологии". ISSN: 1506-2017.
 - Журнал "Propellants, Explosives, Pyrotechnics". ISSN: 0721-3115.
 - Журнал "Central European Journal of Energetic Materials". ISSN: 1733-7178.
- Рекламные материалы ведущих НИИ и заводов ОПК в области артиллерии, ракетной техники, порохов, твёрдых ракетных топлив, пиротехнических составов и средств.

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www.fcdd.ru>.
- <https://www.roscosmos.ru>.
- <http://www.npoiskra.ru>.
- <http://www.npoiskra.ru/upload/rkt.pdf>.
- <http://mzperm.ru/products/9>.
- <https://varvsn.mil.ru/folder/1855>.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 15 (общее число слайдов – 202);
- макеты боеприпасов и метательных зарядов – более 40;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 50);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 50).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 г. составляет 1 559 436 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС)

Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине "Теория и свойства ЭМ" проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Образцы порохов, шашек твёрдого ракетного топлива, используемых в отечественных образцах вооружений.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебники и учебные пособия по дисциплине, справочные материалы, факультетская спецбиблиотека книжных изданий, журналов и диссертационных работ.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; справочные материалы в электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	4	Бессрочная
2.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	4	Бессрочная
3.	OriginPro 8.1 Department Wide License	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	4	Бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
1	2	3
<i>Раздел 1.</i> Физические и теплофизические свойства порохов и ТРТ	<i>Знает:</i> - основные типы порохов и ТРТ; - основные группы требований к порохам и ТРТ различного назначения, их значение и роль в технологии и при эксплуатации энергонасыщенных материалов; взаимосвязь между особенностями компонентного состава энергетического материала и его физико-химическими свойствами <i>Умеет:</i> - измерять основные физико-химические и структурно-механические характеристики порохов и ТРТ; - обосновывать и выбирать способы регулирования физико-химических свойств порохов и ТРТ на стадии разработки составов; <i>Владеет:</i> - навыками экспериментальной работы по исследованию физико-химических свойств порохов, ТРТ и их компонентов; - навыками изучения и обобщения информации в области науки об энергетических материалах.	Оценка за контрольную работу №1 (5 семестр). Оценка за экзамен (5 семестр)
<i>Раздел 2.</i> Структура порохов на основе пластифицированных нитратов целлюлозы	<i>Знает:</i> - основные типы порохов и ТРТ; - основные группы требований к порохам и ТРТ различного назначения, их значение и роль в технологии и при эксплуатации энергонасыщенных материалов; взаимосвязь между особенностями компонентного состава энергетического материала и его физико-химическими свойствами <i>Умеет:</i> - измерять основные физико-химические и структурно-механические характеристики порохов и ТРТ; - обосновывать и выбирать способы регулирования физико-химических свойств порохов и ТРТ на стадии разработки составов; <i>Владеет:</i> - навыками экспериментальной работы по исследованию физико-химических свойств порохов, ТРТ и их компонентов; - навыками изучения и обобщения информации в области науки энергетических материалов.	Оценка за контрольную работу №1 (10 семестр). Оценка за экзамен (10 семестр)
<i>Раздел 3.</i>	<i>Знает:</i>	Оценка за

Механические свойства порохов и ТРТ на основе пластифицированных нитратов целлюлозы	– основные группы требований к порохам и ТРТ различного назначения, их значение и роль в технологии и при эксплуатации энергонасыщенных материалов; взаимосвязь между особенностями компонентного состава энергетического материала и его физико-химическими свойствами - основные виды и характеристики напряженно-деформированного состояния, возникающего в зарядах при изготовлении, хранении и эксплуатации; механические характеристики порохов и ТРТ и способы их оценки; влияние рецептурных особенностей составов на комплекс их физико-механических свойств; <i>Умеет:</i> - измерять основные физико-химические и структурно-механические характеристики порохов и ТРТ; - обосновывать и выбирать способы регулирования физико-химических свойств порохов и ТРТ на стадии разработки составов; <i>Владеет:</i> - навыками экспериментальной работы по исследованию физико-химических свойств порохов, ТРТ и их компонентов; - навыками изучения и обобщения информации в области науки об энергетических материалах.	контрольную работу №1 (10 семестр). Оценка за экзамен (10 семестр)
Раздел 4. Структура и физико-механические свойства СТРТ	<i>Знает:</i> – основные группы требований к порохам и ТРТ различного назначения, их значение и роль в технологии и при эксплуатации энергонасыщенных материалов; взаимосвязь между особенностями компонентного состава энергетического материала и его физико-химическими свойствами; - основные виды и характеристики напряженно-деформированного состояния, возникающего в зарядах при изготовлении, хранении и эксплуатации; механические характеристики порохов и ТРТ и способы их оценки; влияние рецептурных особенностей составов на комплекс их физико-механических свойств; <i>Умеет:</i> - измерять основные физико-химические и структурно-механические характеристики порохов и ТРТ; - обосновывать и выбирать способы регулирования физико-химических свойств порохов и ТРТ на стадии разработки составов; <i>Владеет:</i> - навыками экспериментальной работы по исследованию физико-химических свойств порохов, ТРТ и их компонентов;	Оценка за контрольную работу №1 (10 семестр). Оценка за экзамен (10 семестр)

	- навыками изучения и обобщения информации в области науки об энергетических материалах.	
Раздел 5. Стабильность порохов и зарядов	<i>Знает:</i> – основные группы требований к порохам и ТРТ различного назначения, их значение и роль в технологии и при эксплуатации энергонасыщенных материалов; взаимосвязь между особенностями компонентного состава энергетического материала и его физико-химическими свойствами; - методологию оценки термостабильности и термодинамической устойчивости энергетических материалов и изделий; <i>Умеет:</i> - измерять основные физико-химические и структурно-механические характеристики порохов и ТРТ; - обосновывать и выбирать способы регулирования физико-химических свойств порохов и ТРТ на стадии разработки составов; - измерять кинетические параметры процессов старения и рассчитывать гарантийные сроки хранения <i>Владеет:</i> - навыками экспериментальной работы по исследованию физико-химических свойств порохов, ТРТ и их компонентов; - навыками изучения и обобщения информации в области науки об энергетических материалах.	Оценка за контрольную работу №2 (10 семестр). Оценка за экзамен (10 семестр)
Раздел 6. Гарантийные сроки хранения	<i>Знает:</i> – основные группы требований к порохам и ТРТ различного назначения, их значение и роль в технологии и при эксплуатации энергонасыщенных материалов; взаимосвязь между особенностями компонентного состава энергетического материала и его физико-химическими свойствами <i>Умеет:</i> - измерять основные физико-химические и структурно-механические характеристики порохов и ТРТ; - обосновывать и выбирать способы регулирования физико-химических свойств порохов и ТРТ на стадии разработки составов; - измерять кинетические параметры процессов старения и рассчитывать гарантийные сроки хранения <i>Владеет:</i> - навыками экспериментальной работы по исследованию физико-химических свойств порохов, ТРТ и их компонентов; - навыками изучения и обобщения информации в	Оценка за контрольную работу №2 (10 семестр). Оценка за экзамен (10 семестр)

	области науки об энергетических материалах.	
Раздел 7. Термостабильность зарядов	<i>Знает:</i> – основные группы требований к порохам и ТРТ различного назначения, их значение и роль в технологии и при эксплуатации энергонасыщенных материалов; взаимосвязь между особенностями компонентного состава энергетического материала и его физико-химическими свойствами <i>Умеет:</i> - измерять основные физико-химические и структурно-механические характеристики порохов и ТРТ; - обосновывать и выбирать способы регулирования физико-химических свойств порохов и ТРТ на стадии разработки составов; - измерять кинетические параметры процессов старения и рассчитывать гарантийные сроки хранения <i>Владеет:</i> - навыками экспериментальной работы по исследованию физико-химических свойств порохов, ТРТ и их компонентов; - навыками изучения и обобщения информации в области науки об энергетических материалах.	Оценка за контрольную работу №2 (10 семестр). Оценка за экзамен (10 семестр)
Раздел 8. Радиационная стойкость порохов и ТРТ	<i>Знает:</i> – основные группы требований к порохам и ТРТ различного назначения, их значение и роль в технологии и при эксплуатации энергонасыщенных материалов; взаимосвязь между особенностями компонентного состава энергетического материала и его физико-химическими свойствами <i>Умеет:</i> - измерять основные физико-химические и структурно-механические характеристики порохов и ТРТ; - обосновывать и выбирать способы регулирования физико-химических свойств порохов и ТРТ на стадии разработки составов; - измерять кинетические параметры процессов старения и рассчитывать гарантийные сроки хранения <i>Владеет:</i> - навыками экспериментальной работы по исследованию физико-химических свойств порохов, ТРТ и их компонентов; - навыками изучения и обобщения информации в области науки об энергетических материалах.	Оценка за контрольную работу №2 (10 семестр). Оценка за экзамен (10 семестр)

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
"Теория и свойства ЭНМ"
основной образовательной программы
18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий"
(Код и наименование специальности)

Специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов
и твердых ракетных топлив"
(Наименование ООП)

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание изменения/дополнения	Основание внесения изменения/дополнения
1.	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения	протокол заседания Ученого совета № 1 от 30 августа 2019 г.
2.	Изменения в части обновления договоров электронных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 2 от 30 сентября 2019 г.
3.	Изменения в части использования ЭО и ДОТ при реализации основных профессиональных образовательных программ	пр. ректора № 163-А от 16 марта 2020 г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева"

"УТВЕРЖДЕНО"

на заседании Учёного совета.

Протокол № 1 от 29 августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

"Энергонасыщенные материалы: виды, свойства, применение"

Специальность 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных
материалов и изделий"

Специализация "Химическая технология полимерных композиций,
порохов и твердых ракетных топлив"

Квалификация "Инженер"

Москва 2024 г.

Программа составлена:

д.т.н., профессором кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений
А.П. Денисюком,

к.т.н., доцентом кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений
Ю.Г. Шепелевым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д.И. Менделеева 18 июня 2024 г., протокол № 15.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий", специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов и твёрдых ракетных топлив" (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина "Энергонасыщенные материалы: виды, свойства, применение" относится к дисциплинам специализации обязательной части учебного плана (Б1.О.40.01). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физики, математики, общей и неорганической, органической, аналитической химии, технической термодинамики и теплотехники, экологии, механики, инженерной графики, электротехники, деталей машин и аппаратов, а также по специальной дисциплине "Основные виды вооружения (обзор)".

Цель дисциплины – ознакомление обучающихся с основными понятиями в пороходелии; классификацией вооружений и энергонасыщенных материалов (ЭМ) – порохов, твердых ракетных топлив (ТРТ), пиротехнических составов и т.п.; комплексом требований, предъявляемых к ЭМ; основными видами энергетических превращений ЭМ (термическое разложение, горение, детонация); энергетическими характеристиками ЭМ и методами их определения; принципиальными технологическими схемами производства и идеями, заложенными в основные технологические процессы. В дисциплине уделяется внимание к ЭМ, применяемым как в оборонных, так и гражданских целях (пороховые аккумуляторы давления, двигатели искусственных спутников земли, метеорологические ракеты, противораковые системы, магнито-гидродинамические генераторы, аэрозольные системы пожаротушения, турбобуры и т.п.).

Задачи дисциплины – формирование у обучающихся общего представления об основных свойствах энергонасыщенных материалов (ЭНМ), таких как ВВ, пороха, твёрдые ракетные топлива, пиротехнические составы; принципиальных подходах в технологии их изготовления, системных углублённых знаний в области энергетических свойств различных ЭНМ, представлений о современных подходах к оценке энергетических и баллистических характеристик порохов и твёрдых ракетных топлив, практических методов расчёта термодинамических характеристик ЭНМ.

Дисциплина "Энергонасыщенные материалы: виды, свойства, применение" преподаётся в 5 семестре. Контроль успеваемости обучающихся ведётся по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения.

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Участие в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах (далее - НИОКР), направленных на совершенствование получения и использования энергонасыщенных материалов и изделий и изучение их свойств; Разработка программ, методик, технических средств для проведения исследований свойств существующих и новых энергонасыщенных материалов и изделий; Обработка и анализ результатов экспериментальных исследований, формулирование выводов, подготовка отчетов и публикаций о результатах исследований, защита интеллектуальной собственности; Участие во внедрении результатов НИОКР; Поиск и анализ научно-технической информации в области	Индивидуальные и смесевые энергонасыщенные материалы и изделия на их основе; расчетные методы прогнозирования энергетических характеристик энергонасыщенных материалов; методы и приборы для исследования и оценки эффективности и практической пригодности энергонасыщенных материалов и изделий.	ПК- 1 Способен изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований, применять современные методы исследования, планировать и проводить необходимый эксперимент, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты с использованием современных методов обработки данных, представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований.	ПК-1.1 Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно- технической информации, современные подходы к научному исследованию, экспериментальные методы и их приборное и аппаратное оформление, методы и алгоритмы для корректного анализа и обработки результатов научных исследований; ПК-1.2 Умеет осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий; использовать современные оборудование и приборы для проведения необходимых экспериментальных	26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: разработки, проектирования, наладки, эксплуатации и совершенствования средств, методов получения и способов применения энергонасыщенных материалов и изделий; промышленного и опытного производства индивидуаль-ных и смесевых энергонасы-щенных материалов, исходных и промежуточных продуктов для их получения; промышленного и опытного производства изделий на основе энергонасыщенных материалов; эксплуатации и хранения энергонасыщенных материалов; надзора в области промышленной безопасности при получении и использовании

энергонасыщенных материалов и изделий с целью научно-практической и патентной поддержки проводимых исследований.			исследований; оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада;	энергонасыщенных материалов и изделий). Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда; обобщение отечественного и зарубежного опыта.
			ПК-1.3 Владеет навыками изучения и обобщения научно-технической информации по тематике исследований; современными методами обработки данных; принципами разработки экспериментальных методик и программ для проведения научных исследований; практическими навыками применения современного оборудования и приборов; приемами обработки, анализа и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов.	
		ПК- 4 Способен разрабатывать инновационные методики и программы проведения исследований и испытаний артиллерийских порохов, баллистических и смесевых ТРТ	ПК-4.2 Умеет теоретически рассчитывать и экспериментально определять термодинамические характеристики энергонасыщенных материалов; предлагать и решать задачи, связанные с проведением исследований и испытаний порохов и ТРТ различных типов; прогнозировать параметры горения, механические характеристики и физико-химические свойства энергонасыщенных материалов;	

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- виды современных источников энергии (ВВ, пороха, ТРТ, пиротехнические составы) для военной (артиллерийской и ракетной) техники и техники для гражданского применения;
- энергетические и баллистические характеристики ЭМ различного назначения, методы их расчета и экспериментального измерения;
- основные виды энергетических превращений ЭМ (термическое разложение, горение, детонация);
- основные технологические процессы и принципиальные схемы производства различных видов ЭМ;

уметь:

- различать основные виды энергетических превращений ЭМ (термическое разложение, горение, детонация) по энерговыделению, скорости превращения, оганолептическим проявлениям;
- определять расчётным путём энергетические характеристики ЭМ различного назначения (для газогенераторов, ствольных и ракетных систем);

владеть:

- навыками изучения и обобщения информации в области технологии производства и свойств энергонасыщенных материалов.

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объём дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,89	32	24
в том числе в форме практической подготовки	–	–	–
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	–	–	–
Лабораторные работы (ЛР)	–	–	–
в том числе в форме практической подготовки	–	–	–
Самостоятельная работа	1,11	40	30
Контактная самостоятельная работа	1,11	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		39,6	29,7
Виды контроля:			
Зачёт с оценкой	–	–	–
Экзамен			
Контактная работа – промежуточная аттестация	–	–	–
Подготовка к экзамену		–	–
Вид итогового контроля:	Зачёт с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Название раздела	Академ. часов		
		Всего	Лекции	Самост. работа
1.	Раздел 1. Понятие об источниках энергии и энергонасыщенных материалах	6	3	3
1.1.	Понятие о энергонасыщенных материалах (ЭНМ) как мощных источниках энергии. Классификация ЭНМ по применению: ВВ, пороха, ТРТ, пиротехнические составы (ПС). Требования, предъявляемые к ВВ, порохам, ТРТ и ПС.	4	2	2
1.2.	Деление ВВ по химическому составу. Принципы конструирования ВВ и энергоемких компонентов порохов и ТРТ. Основные реакции их получения.	2	1	1
2.	Раздел 2. Основные формы химического превращения ЭНМ	12	6	6
2.1.	Понятие об основных формах химического превращения ЭМ: медленном термическом разложении, горении, детонации (взрыве). Общая характеристика процессов. Скорость распространения горения и взрыва.	2	1	1
2.2.	Понятие о физической и химической стойкости ЭМ. Самоускоряющиеся реакции - основа процессов горения и детонации. Основные условия протекания реакций в форме горения и взрыва.	2	1	1
2.3.	Понятие о чувствительности ЭМ к различным воздействиям. Понятие о переходе горения в детонацию и меры предотвращения процесса в условиях производства и хранения.	2	1	1
2.4.	Понятие о горении различных веществ: кинетический, диффузионный, режимы горения. Зависимости скорости горения порохов от давления и начальной температуры заряда. Геометрические формы и размеры пороховых зарядов.	2	1	1
2.5.	Понятие об основных процессах, происходящих при артиллерийском и ракетном выстреле и в газогенераторах.	2	1	1
2.6.	Основы теории взрыва. Скорость и критический диаметр детонации, величины давлений в детонационной волне. Бризантное и фугасное действие. Кумулятивный эффект. Ударные волны. Работа взрыва. Расстояния, безопасные по действию ударных волн.	2	1	1
3.	Раздел 3. Основы технологии получения различных ЭНМ	10	4	6
3.1.	Использование и роль различных полимеров для создания ЭНМ. Понятие о полимерных композитах. Связующие энергонасыщенных полимерных материалов. Понятие о пластификаторах. Энергонасыщенные полимеры.	3	1	2

3.2.	Технологические и физико-механические свойства ЭНМ. Основные способы переработки полимерсодержащих ЭНМ в изделия. Понятие о технологических свойствах энергонасыщенных полимерных материалов.	2	1	1
3.3.	Требования к физико-механическим характеристикам полимерных ЭНМ. Связь физико-механических характеристик с условиями хранения и применения энергонасыщенных изделий.	2	1	1
3.4.	Блок-схемы производств ВВ, порохов и ТРТ. Способы получения изделий из ВВ и ПС. Вопросы безопасности и экологии при получении энергетических материалов.	3	1	2
4.	Раздел 4. Применение ЭНМ в гражданских целях	18	9	9
4.1.	Применение ЭНМ в гражданских целях для решения важных народнохозяйственных задач: а) для интенсификации добычи нефти;	2	1	1
4.2.	б) для метеорологических и противораковых ракет;	2	1	1
4.3.	в) для автомобильных подушек безопасности;	2	1	1
4.4.	г) для аэрозольных систем пожаротушения;	2	1	1
4.5.	д) твёрдых плазменных топлив для магнито-гидродинамических генераторов;	2	1	1
4.6.	ж) для гибких удлиненных кумулятивных зарядов (УКЗ) на полимерной основе;	2	1	1
4.7.	и) для получения искусственных алмазов для абразивного инструмента;	2	1	1
4.8.	к) для использования в качестве промышленных ВВ;	2	1	1
4.9.	л) для сейсморазведки.	2	1	1
5.	Раздел 5. Энергетические характеристики ЭНМ и методы их определения	25,6	10	15,6
5.1.	Основные энергетические характеристики артиллерийских порохов, ТРТ, ВВ и ПС. Методы их экспериментального определения.	4	2	2
5.2.	Расчётные методы определения энергетических параметров ЭНМ. Равновесие термодинамических систем с фазовыми и химическими превращениями. Обобщённое уравнение превращения топлива при горении. Ориентировочный расчет состава и температуры продуктов горения. Учет диссоциации.	9	3	6
5.3.	Универсальный метод расчета фазового и химического равновесия. Основные условия и допущения. Определение параметров равновесия.	10,6	4	6,6
5.4.	Термодинамический расчёт энергетических характеристик порохов и ТРТ с помощью компьютерных программ (REAL, АСТРА).	2	1	1
	Итого:	71,6	32	39,6
	Зачёт с оценкой	0,4		
	Всего часов	72		

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Понятие об источниках энергии и энергонасыщенных материалах.

Понятие о энергонасыщенных материалах (ЭНМ) как мощных источниках энергии. Классификация ЭНМ по применению: взрывчатые вещества (ВВ), пороха, ракетные топлива (твердые, жидкие, гибридные), пиротехнические составы (ПС). Требования, предъявляемые к ВВ, порохам, ТРТ и ПС.

Классификация химических ракетных топлив (жидкие, твёрдые, гибридные). Классификация (виды) порохов и ТРТ (пироксилиновые, баллиститные, кордитные, сферические, смесевые). Их примерные составы и области применения (стрелковое оружие, артиллерийские и ракетные системы). Масса зарядов порохов и ТРТ, используемых в различных системах.

Классификация и масштабы применения ПС. Компоненты ПС: окислители, горючие, цементаторы, добавки специального назначения. Эффекты, достигаемые с помощью ПС. Особенности горения ПС. Требования, предъявляемые к ПС.

Деление ВВ по химическому составу. Принципы конструирования ВВ и энергоёмких компонентов порохов и ТРТ. Основные реакции их получения. Требования, предъявляемые к ВВ различного назначения.

Раздел 2. Основные формы химического превращения ЭНМ.

Понятие об основных формах химического превращения ЭМ: медленном термическом разложении, горении, детонации (взрыве). Общая характеристика процессов. Скорость распространения горения и взрыва. Процессы горения – основной источник получения энергии для жизни человечества. Понятие о физической и химической стойкости ЭМ, гарантийные сроки хранения. Самоускоряющиеся реакции – основа процессов горения и детонации. Тепловое, автокаталитическое и цепное ускорение реакций. Основные условия протекания реакций в форме горения и взрыва.

Понятие о чувствительности ЭМ к различным воздействиям: тепловым, механическим (удар, трение) и др. Понятие о переходе горения в детонацию и меры предотвращения процесса в условиях производства и хранения.

Разнообразие задач, решаемых с помощью энергетических материалов, используемых в режиме горения. Понятие о горении различных веществ: кинетический, диффузионный, режимы горения. Горение ВВ, порохов и ПС. Роль отечественных учёных в создании теории горения газов и конденсированных энергетических систем.

Понятие об основных процессах, происходящих при артиллерийском и ракетном выстреле и в газогенераторах. Законы газообразования при горении. Зависимости скорости горения порохов от давления и начальной температуры заряда (T_0). Их практическое значение. Геометрические формы и размеры пороховых зарядов.

Основы теории взрыва. Формы действия взрыва (бризантное и фугасное). Скорость и критический диаметр детонации, величины давлений в детонационной волне. Понятие о кумулятивном эффекте. Баланс энергии при взрыве. Ударные волны. Работа взрыва. Масштабы применения ВВ в военном деле и в народном хозяйстве. Расстояния, безопасные по действию ударных волн.

Раздел 3. Основы технологии получения различных ЭНМ.

Использование и роль различных полимеров для создания порохов, ТРТ, ПС. Полимерные энергонасыщенные материалы. Гомогенные и гетерогенные энергонасыщенные материалы. Понятие о полимерных композитах. Функции полимерных компонентов в ЭНМ. Термопласты, эластопласты, терморезистивные полимеры. Связующие энергонасыщенных полимерных материалов. Понятие о пластификаторах. Активные и неактивные связующие. Энергонасыщенные полимеры – нитраты целлюлозы, поливинилнитрат, азидосодержащие полимеры и др. Полимеры для неактивных связующих.

Технологические и физико-механические свойства ЭНМ. Основные способы переработки полимерсодержащих ЭНМ в изделия. Понятие о технологических свойствах энергонасыщенных полимерных материалов. Краткие сведения о реологии и трибонике энергонасыщенных полимерных композитов. Влияние реологических характеристик композитов на способы их переработки. Понятие о коэффициентах вытяжки, технологичности, обжата.

Требования к физико-механическим характеристикам полимерных ЭНМ. Связь физико-механических характеристик с условиями хранения и применения энергонасыщенных изделий (на примере вкладных и прочно скрепленных изделий).

Блок-схемы производств энергонасыщенных композитов – метательных ВВ (порохов и ТРТ). Блок-схемы производств ВВ. Способы получения изделий из ВВ и ПС. Вопросы безопасности и экологии при получении энергетических материалов.

Раздел 4. Применение ЭНМ в гражданских целях.

Краткие исторические сведения по применению ЭНМ.

Применение ЭНМ в гражданских целях для решения важных народнохозяйственных задач: интенсификация добычи нефти, пороховые аккумуляторы давления, двигатели искусственных спутников земли, метеорологические ракеты, противоградовые системы, разведка полезных ископаемых (электроразведка с помощью магнито-гидродинамических генераторов, сейсморазведка), аэрозольные системы пожаротушения, импульсные системы пожаротушения, турбобуры, взрывные работы, получение сверхтвёрдых материалов (алмаз, корунд, нитрид бора), резка крупногабаритных объектов с помощью удлиненных кумулятивных зарядов, сварка взрывом и других.

Понятие об утилизации энергетических материалов.

Раздел 5. Энергетические характеристики ЭНМ и методы их определения.

Основные энергетические характеристики артиллерийских порохов, ТРТ, ВВ и ПС: сила пороха, потенциал, удельный импульс, калорийность, температура горения и взрывчатого превращения. Методы их экспериментального определения.

Расчётные методы определения энергетических параметров ЭНМ. Равновесие термодинамических систем с фазовыми и химическими превращениями. Обобщённое уравнение превращения топлива при горении. Ориентировочный расчет состава и температуры продуктов горения. Учет диссоциации.

Универсальный метод расчета фазового и химического равновесия. Основные условия и допущения. Определение параметров равновесия.

Термодинамический расчёт энергетических характеристик порохов и ТРТ с помощью компьютерных программ (REAL, АСТРА).

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5
	Знать:					
1.	– виды современных источников энергии (ВВ, пороха, ТРТ, пиротехнические составы) для военной (артиллерийской и ракетной) техники и техники для гражданского применения;	+			+	
2.	– энергетические и баллистические характеристики ЭНМ различного назначения, методы их расчета и экспериментального измерения;					+
3.	– основные виды энергетических превращений ЭНМ (термическое разложение, горение, детонация);		+			
4.	– основные технологические процессы и принципиальные схемы производства различных видов ЭНМ;			+		
5.	– баллистические характеристики основных типов артиллерийских и ракетных систем;	+				+
	Уметь:					
6.	– различать основные виды энергетических превращений ЭМ (термическое разложение, горение, детонация) по энергосодержанию, скорости превращения, оганолептическим проявлениям;		+			
7.	– определять расчётным путём энергетические характеристики ЭМ различного назначения (для газогенераторов, ствольных и ракетных систем)					+
	Владеть:					
8.	– навыками изучения и обобщения информации в области технологии производства и свойств энергонасыщенных материалов.	+	+	+	+	+

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:							
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК					
9.	ПК- 1 Способен изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований, применять современные методы исследования, планировать и проводить необходимый эксперимент, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты с использованием современных методов обработки данных, представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований.	ПК-1.1 Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно-технической информации, современные подходы к научному исследованию, экспериментальные методы и их приборное и аппаратное оформление, методы и алгоритмы для корректного анализа и обработки результатов научных исследований;	+	+	+	+	+
10.		ПК-1.2 Умеет осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий; использовать современное оборудование и приборы для проведения необходимых экспериментальных исследований; оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада;	+	+		+	
11.		ПК-1.3 Владеет навыками изучения и обобщения научно-технической информации по тематике исследований; современными методами обработки данных; принципами разработки экспериментальных методик и программ для проведения научных исследований; практическими навыками применения современного оборудования и приборов; приемами обработки, анализа и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов.	+	+	+	+	+

12.	ПК- 4 Способен разрабатывать инновационные методики и программы проведения исследований и испытаний артиллерийских порохов, баллистических и смесевых ТРТ	ПК-4.2 Умеет теоретически рассчитывать и экспериментально определять термодинамические характеристики энергонасыщенных материалов; предлагать и решать задачи, связанные с проведением исследований и испытаний порохов и ТРТ различных типов; прогнозировать параметры горения, механические характеристики и физико-химические свойства энергонасыщенных материалов;	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине не предусмотрены.

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекционных занятиях учебного материала;
- подготовку к контрольным работам по тематике дисциплины на основе проработки рекомендованной литературы и работы с электронно-библиотечными системами;
- поиск и изучение интернет-ресурсов по тематике дисциплины;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- подготовку к сдаче зачёта с оценкой (5 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, обучающимся лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Реферативно-аналитические работы по дисциплине не предусмотрены.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля в 5 семестре предусмотрено 4 контрольных работы (по одной контрольной работе по разделам 2-5). Максимальная оценка за контрольные работы составляет: №1 – 18 баллов, №2 – 7 баллов, №3 – 10 баллов и №4 – 25 баллов.

Раздел 1.

Текущий контроль знаний по разделу 1 не предусмотрен.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 18 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса по 9 баллов каждый.

1. Общее понятие о взрыве. Взрыв ВВ. Отличие взрыва от горения. Условия, необходимые для протекания реакции в форме взрыва. Мощность ВВ. Скорость детонации.
2. Общее представление о горении различных веществ. Виды горения. Понятие о горении ВВ и порохов. Скорость горения и зависимость её от различных факторов.
3. Классификация ВВ по составу и по устойчивости горения.

4. Детонация конденсированных взрывчатых веществ, параметры детонации основных типов взрывчатых веществ.
5. Тепловой взрыв газов.
6. Вывод основных уравнений гидродинамической теории ударных волн в газах.
7. Требования, предъявляемые к порохам и ТРТ.
8. Процессы, протекающие в ракетном двигателе. Равновесное давление.
9. Влияние давления на горение порохов.
10. Система уравнений описывающих процесс детонации газов. Связь скорости детонации с физико-химическими характеристиками энергетической системы.
11. Формы и размеры пороховых элементов.
12. Скорость горения порохов и зависимость ее от давления и начальной температуры заряда. Значение зависимости $U(P)$ и $U(T_0)$.
13. Ударные волны. Понятие о безопасных расстояниях по действию ударной волны.
14. Понятие об ударной адиабате веществ. Сравнение адиабат Пуассона и Гюгоньо.
15. Баллистические характеристики ТРТ:
 - удельный импульс,
 - температура и состав продуктов горения,
 - скорость горения и ее зависимость от давления и температуры,
 - воспламеняемость.
16. Основы теории пределов детонации Харитона. Понятие о критическом диаметре детонации.
17. Разрушающее действие взрыва. Основы теории подобия при взрыве. Тротиловый эквивалент взрыва.
18. Особенности разрушающего действия при взрыве в воздухе. Вычисление безопасных расстояний.
19. Чувствительность различного класса ВВ. Понятие о предохранительных ВВ.

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 7 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса: 4 балла за первый вопрос и 3 балла за второй.

1. Пороха – композиционные полимерные материалы. Понятие о полимерах. Термомеханическая кривая. Различные физические состояния полимеров.
2. Понятие о пластификации НЦ.
3. Основные стадии производства пороха и ТРТ. Требования к пороховым массам.
4. Опасные операции при производстве порохов и СТТ.
5. Основные способы формирования пороховых изделий. Вязкость пороховых (топливных) масс.
6. Разновидности ВВ (индивидуальные, смесевые, литьевые, порошкообразные, растворы, пластичные и др.).
7. Методы изготовления зарядов ВВ.
8. Стадии изготовления ПП.
9. Технологическая схема производства зарядов баллиститных порохов.
10. Технологическая схема производства СТТ.
11. Аппараты и оборудование при производстве пироксилиновых порохов.
12. Аппараты и оборудование при производстве зарядов баллиститных порохов.
13. Аппараты и оборудование при производстве зарядов СТТ.

Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за каждый вопрос.

1. Принцип электроразведки полезных ископаемых. Применение МГД-генераторов в электроразведочных работах.
2. Для каких целей применяются МГД-генераторы в народном хозяйстве?
3. Основные отличия топлив для МГД-генераторов от обычных ТРТ.
4. Принцип сейсморазведки полезных ископаемых. Типы зарядов для проведения сейсморазведки.
5. Как можно использовать порох для увеличения добычи нефти?
6. Назовите четыре вида воздействий на продуктивный нефтяной пласт при обработке скважины пороховым генератором давления.
7. Механизм образования града. Методы борьбы с градобитием.
8. Назовите основные химические реагенты, используемые для борьбы с градом. Расположите их в ряд в порядке возрастания эффективности.
9. Принципы объемного и импульсного пожаротушения. Подробно об аэрозольном пожаротушении.
10. Принцип аэрозольного пожаротушения. Отличительная особенность порохов, предназначенных для аэрозольного пожаротушения.
11. Что такое мобильная БАПС? Ее назначение и принцип действия.
12. При каких условиях синтезируется искусственный алмаз? Два вида искусственных алмазов.
13. Область применения искусственных алмазов. Методы получения детонационных и ударно-волновых алмазов.
14. Область применения сварки взрывом. Схема сварки взрывом. Можно ли применять для сварки взрывом порох?
15. Перечислите основные области применения порохов и ВВ в мирных целях.
16. Применение порохов в качестве промышленных ВВ.
17. В каких устройствах пожаротушения применяется принцип обрыва цепных реакций? С помощью каких реагентов?
18. Как порох может помочь в предсказании землетрясений? Какие устройства для этого используются?
19. Что такое шашка активного дыма? В каких системах она применяется и для чего?
20. Для чего предназначен генератор азота? Принцип его действия.

Раздел 5. Примеры вопросов к контрольной работе № 4. Максимальная оценка – 25 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса: 13 баллов за первый вопрос и 12 баллов за второй.

1. Кислородный баланс и коэффициент избытка окислителя. Основные энергетические характеристики ВВ, порохов и ТРТ (калорийность, сила и потенциал пороха, удельный импульс). Термохимический коэффициент для расчета теплоты горения.
2. Теплота и температура горения при постоянном давлении и при постоянном объеме.
3. Ориентировочный расчет состава и температуры продуктов горения для I группы топлив ($\alpha > 1$). Система уравнений для термодинамического расчета СННО-систем с учетом диссоциации продуктов.
4. Ориентировочный расчет состава и температуры продуктов горения для II группы топлив (вариант "а": $\alpha < 1$, продукты газообразные).
5. Ориентировочный расчет состава и температуры продуктов горения для II группы топлив (вариант "б": $\alpha < 1$, углерод выделяется).

6. Обобщённое уравнение горения систем, содержащих CHNOMe. Две важнейшие химические реакции, определяющие состав продуктов горения CHNO-систем.
7. Принцип универсального метода расчета фазового и химического равновесия. Выражение для функции энтропии. Метод поиска локального экстремума функции. Необходимые условия для получения решения системы уравнений.
8. Принцип универсального метода расчета фазового и химического равновесия. Основные условия и допущения. Выражение для функции энтропии.
9. Энергетические характеристики порохов и ТРТ - удельный импульс, сила и потенциал пороха. Последовательность их термодинамического расчёта с помощью термодинамических программ.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (5 семестр – зачёт с оценкой).

Билет к зачёту с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 2-4 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса по 20 баллов каждый. Максимальное количество баллов за *зачёт с оценкой* (5 семестр) – 40 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (5 семестр – зачёт с оценкой).

Билет к зачёту с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 2-4 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса по 20 баллов каждый. Максимальное количество баллов за *зачёт с оценкой* (5 семестр) – 40 баллов.

1. Общее понятие о взрыве. Взрыв ВВ. Отличие взрыва от горения. Условия, необходимые для протекания реакции в форме взрыва. Мощность ВВ. Скорость детонации.
2. Общее представление о горении различных веществ. Виды горения. Понятие о горении ВВ и порохов. Скорость горения и зависимость её от различных факторов.
3. Классификация ВВ по составу и по устойчивости горения.
4. Детонация конденсированных взрывчатых веществ, параметры детонации основных типов взрывчатых веществ.
5. Требования, предъявляемые к порохам и ТРТ.
6. Скорость горения порохов и зависимость ее от давления и начальной температуры заряда. Значение зависимости $U(P)$ и $U(T_0)$.
7. Разрушающее действие взрыва. Основы теории подобия при взрыве. Тротиловый эквивалент взрыва.
8. Пороха – композиционные полимерные материалы. Понятие о полимерах. Термомеханическая кривая. Различные физические состояния полимеров.
9. Основные стадии производства пороха и ТРТ. Требования к пороховым массам.
10. Разновидности ВВ (индивидуальные, смесевые, литьевые, порошкообразные, растворы, пластичные и др.).
11. Методы изготовления зарядов ВВ.
12. Технологическая схема производства зарядов баллиститных порохов.
13. Аппараты и оборудование при производстве зарядов баллиститных порохов.
14. Принцип электроразведки полезных ископаемых. Применение МГД-генераторов в электроразведочных работах.
15. Принцип сейсморазведки полезных ископаемых. Типы зарядов для проведения сейсморазведки.
16. Назовите четыре вида воздействий на продуктивный нефтяной пласт при обработке скважины пороховым генератором давления.
17. Принцип аэрозольного пожаротушения. Отличительная особенность порохов, предназначенных для аэрозольного пожаротушения.

- Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

Зачёт с оценкой по дисциплине "Энергонасыщенные материалы: виды, свойства, применение" проводится в 5 семестре и включает контрольные вопросы по четырём разделам (2-5) рабочей программы дисциплины. Билет состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам.

"Утверждаю" Зав. кафедрой ХТВМС В.А. Петров " " 20__ г.	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева Кафедра ХТВМС Специальность 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий" Специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов и твёрдых ракетных топлив" Дисциплина: Энергонасыщенные материалы: виды, свойства, применение
" " 20__ г. Студент гр. И-35 _____ Билет № 1 1. Общее понятие о взрыве. Взрыв ВВ. Отличие взрыва от горения. Условия, необходимые для протекания реакции в форме взрыва. Мощность ВВ. Скорость детонации. 2. Опасные операции при производстве порохов и СТТ. 3. Четыре вида воздействий на продуктивный нефтяной пласт при обработке скважины порохом генератором давления. 4. Ориентировочный расчет состава и температуры продуктов горения для II группы топлив (вариант "а": $\alpha < 1$, продукты газообразные).	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Андреев К.К., Беляев А.Ф. Теория взрывчатых веществ.- М.: Оборонгиз, 1960.- 595 с. (базовая).

Б. Дополнительная литература

1. Юдаев Б.Н. Техническая термодинамика.- М.: Высшая школа, 1988. – 479 с.
2. Феодосьев В.И., Синярёв Г.Б. Введение в ракетную технику. М.: Оборонгиз, 1961, 506 с.
3. Серебряков М.Е. Внутренняя баллистика ствольных систем и пороховых ракет. 3-е изд., перераб. и доп., М.: Оборонгиз, 1962, 703 с.
4. Шидловский А.А. Основы пиротехники. М.: Машиностроение, 1973. – 321 с.
5. Смирнов Л.А., Силин В.С. Конверсия. Часть 1.- М.: ЦНИИИТИКПК, 1993. – 158 с.
6. Паушкин Я.М. Жидкие и твердые химические ракетные топлива. М.: Наука, 1978.- 192 с.
7. Сарнер С. Химия ракетных топлив. М.: Мир, 1969. - 488 с.
8. Денисюк А.П., Шепелев Ю.Г. Определение баллистических характеристик и параметров горения порохов и ТРТ: Лабораторный практикум. М.: РХТУ. 2009. – 136с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

–Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

- Журнал "Химическая физика". ISSN: 0207-401X.
- Журнал "Физика горения и взрыва". ISSN: 0430-6228.
- Журнал "Аэрокосмическая техника" ("Ракетная техника и космонавтика"). ISSN: 0131-8209.
- Журнал "Боеприпасы. XXI век". ISSN: 2073-6649.
- Журнал "Боеприпасы и спецхимия". ISSN: 1995-154X.
- Журнал "Боеприпасы и высокоэнергетические конденсированные системы". ISSN: 1999-6500.
- Журнал "Успехи в химии и химической технологии". ISSN: 1506-2017.
- Журнал "Propellants, Explosives, Pyrotechnics". ISSN: 0721-3115.
- Журнал "Central European Journal of Energetic Materials". ISSN: 1733-7178.

Рекламные материалы ведущих НИИ и заводов ОПК в области артиллерии, ракетной техники, порохов, твёрдых ракетных топлив, пиротехнических составов и средств.

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www.fcdt.ru>.
- <https://www.roscosmos.ru>.
- <http://www.npoiskra.ru>.
- <http://www.npoiskra.ru/upload/rkt.pdf>.
- <http://mzperm.ru/products/9>.
- <https://varvsn.mil.ru/folder/1855>.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 15 (общее число слайдов – 160);
- макеты боеприпасов и метательных зарядов – более 40;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 61);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 61).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 г. составляет 1 559 436 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине "Принципы компоновки энергонасыщенных материалов различного назначения" проводятся в форме лекций и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

Макетный класс с размещёнными в нём макетами боеприпасов.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Макеты боеприпасов и метательных зарядов, образцы порохов, шашек твёрдого ракетного топлива, используемых в отечественных образцах вооружений.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебники и учебные пособия по дисциплине.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	4	Бессрочная
2.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	4	Бессрочная
3.	Программный комплекс "REAL for Windows" для компьютерного моделирования сложных химических равновесий при высоком давлении и температуре, компьютеризированный справочник "ASTD for Windows" термодинамических свойств химических веществ и база данных "CompBase" энтальпий образования химических веществ (Программный комплекс "REAL").	Лицензионное соглашение № 00001. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ №2015614083 от 6.04.2015 г.	3	Бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
1	2	3
<i>Раздел 1. Понятие об источниках энергии и энергонасыщенных материалах</i>	<i>Знает:</i> - виды современных источников энергии (ВВ, пороха, ТРТ, пиротехнические составы) для военной (артиллерийской и ракетной) техники и техники для гражданского применения; - баллистические характеристики основных типов артиллерийских и ракетных систем; <i>Владеет:</i> - навыками изучения и обобщения информации в области разработки, исследования и применения энергонасыщенных материалов.	Оценка за зачёт с оценкой (5 семестр)
<i>Раздел 2. Основные формы химического превращения ЭМ</i>	<i>Знает:</i> - основные виды энергетических превращений ЭМ (термическое разложение, горение, детонация); <i>Умеет:</i> - различать основные виды энергетических превращений ЭМ (термическое разложение, горение, детонация) по энерговыделению, скорости превращения, оганолептическим проявлениям; <i>Владеет:</i> - навыками изучения и обобщения информации в области разработки, исследования и применения энергонасыщенных материалов.	Оценка за контрольную работу №1 (5 семестр). Оценка за зачёт с оценкой (5 семестр)
<i>Раздел 3. Основы технологии получения различных ЭМ</i>	<i>Знает:</i> - основные технологические процессы и принципиальные схемы производства различных видов ЭМ; <i>Владеет:</i> - навыками изучения и обобщения информации в области разработки, исследования и применения энергонасыщенных материалов.	Оценка за контрольную работу №2 (5 семестр). Оценка за зачёт с оценкой (5 семестр)

1	2	3
<i>Раздел 4. Применение ЭНМ в гражданских целях</i>	<i>Знает:</i> - виды современных источников энергии (ВВ, пороха, ТРТ, пиротехнические составы) для военной (артиллерийской и ракетной) техники и техники для гражданского применения; <i>Владеет:</i> - навыками изучения и обобщения информации в области разработки, исследования и применения энергонасыщенных материалов.	Оценка за контрольную работу №3 (5 семестр). Оценка за зачёт с оценкой (5 семестр)
<i>Раздел 5. Энергетические характеристики ЭНМ и методы их определения</i>	<i>Знает:</i> - энергетические и баллистические характеристики ЭМ различного назначения, методы их расчета и экспериментального измерения; - баллистические характеристики основных типов артиллерийских и ракетных систем; <i>Умеет:</i> - определять расчётным путём энергетические характеристики ЭМ различного назначения (для газогенераторов, ствольных и ракетных систем); <i>Владеет:</i> - навыками изучения и обобщения информации в области разработки, исследования и применения энергонасыщенных материалов.	Оценка за контрольную работу №4 (5 семестр). Оценка за зачёт с оценкой (5 семестр)

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
"Энергонасыщенные материалы: виды, свойства, применение"
основной образовательной программы
18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий"
(Код и наименование специальности)

Специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов
и твердых ракетных топлив"
(Наименование ООП)

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание изменения/дополнения	Основание внесения изменения/дополнения
1.	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения	протокол заседания Ученого совета № 1 от 30 августа 2019 г.
2.	Изменения в части обновления договоров электронных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 2 от 30 сентября 2019 г.
3.	Изменения в части использования ЭО и ДОТ при реализации основных профессиональных образовательных программ	пр. ректора № 163-А от 16 марта 2020 г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева"

"УТВЕРЖДЕНО"

на заседании Учёного совета.

Протокол № 1 от 29 августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
"Химическая физика энергонасыщенных материалов"

Специальность 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных
материалов и изделий"

Специализация "Химическая технология полимерных композиций,
порохов и твердых ракетных топлив"

Квалификация "Инженер"

Москва 2024 г.

Программа составлена:

д.т.н., профессором кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений
А.П. Денисюком,

к.т.н., доцентом кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений
В.А. Сизовым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д.И. Менделеева 18 июня 2024 г., протокол № 15.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий", специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов и твёрдых ракетных топлив" (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение двух семестров.

Дисциплина "Химическая физика энергонасыщенных материалов" относится к дисциплинам специализации обязательной части учебного плана (Б1.О.40.02). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физики, математики, общей и неорганической, органической, аналитической химии, технической термодинамики и теплотехники, а также по специальным дисциплинам "Энергонасыщенные материалы: виды, свойства, применение" и "Внутренняя баллистика".

Цель дисциплины – изучение различных форм превращения энергонасыщенных материалов (ЭМ): взрывчатых веществ (ВВ), порохов, твердых ракетных топлив (ТРТ) и их компонентов – термическое разложение, горение, детонация, чувствительность к различным видам воздействия (начальному импульсу).

Задачи дисциплины – является формирование у обучающихся четких представлений о строении ЭМ, особенностях термодинамики и кинетики химического превращения во всем многообразии условий, в которых они находятся в процессе производства, переработки, транспортировки, хранения и применения, а также изучение условий перехода одних форм самораспространяющегося химического превращения в другие, механизма горения различных ЭМ, структуры физико-химических волн горения и детонации, процессов инициирования, распространения и затухания волн.

Дисциплина "Химическая физика энергонасыщенных материалов" преподаётся в 7 и 8 семестрах. Контроль успеваемости обучающихся ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения.

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Участие в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах (далее - НИОКР), направленных на совершенствование получения и использования энергонасыщенных материалов и изделий и изучение их свойств; Разработка программ, методик, технических средств для проведения исследований свойств существующих и новых энергонасыщенных материалов и изделий; Обработка и анализ результатов экспериментальных исследований, формулирование выводов, подготовка отчетов и публикаций о результатах исследований, защита интеллектуальной собственности; Участие во внедрении результатов НИОКР; Поиск и анализ научно-технической информации в области энергонасыщенных материалов и	Индивидуальные и смесевые энергонасыщенные материалы и изделия на их основе; расчетные методы прогнозирования энергетических характеристик энергонасыщенных материалов; методы и приборы для исследования и оценки эффективности и практической пригодности энергонасыщенных материалов и изделий.	ПК- 4 Способен разрабатывать инновационные методики и программы проведения исследований и испытаний артиллерийских порохов, баллистических и смесевых ТРТ	ПК-4.1 Знает основные методы, использующиеся при проведении исследований и испытаний порохов и ТРТ различного типа; физико-химические основы возникновения и развития самораспространяющихся процессов горения и детонации и методы расчёта их параметров; физические основы взрыва в различных средах; методы создания новых составов с заданными физико-химическими, баллистическими, механическими и другими специальными свойствами; принципы подбора компонентов и зависимость важнейших свойств энергонасыщенных материалов от природы и соотношения компонентов; ПК-4.2 Умеет теоретически рассчитывать и экспериментально определять термодинамические характеристики	26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: разработки, проектирования, наладки, эксплуатации и совершенствования средств, методов получения и способов применения энергонасыщенных материалов и изделий; промышленного и опытного производства индивидуальных и смесевых энергонасыщенных материалов, исходных и промежуточных продуктов для их получения; промышленного и опытного производства изделий на основе энергонасыщенных материалов; эксплуатации и хранения энергонасыщенных материалов; надзора в области промышленной безопасности при получении и использовании энергонасыщенных материалов и изделий). Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда; обобщение отечественного и зарубежного опыта.

изделий с целью научно-практической и патентной поддержки проводимых исследований.			энергонасыщенных материалов; предлагать и решать задачи, связанные с проведением исследований и испытаний порохов и ТРТ различных типов; прогнозировать параметры горения, механические характеристики и физико-химические свойства энергонасыщенных материалов; ПК-4.3 Владеет методиками расчета и экспериментального определения параметров горения, механических характеристик, физико-химических и специальных свойств энергонасыщенных материалов и изделий; навыками экспериментальной работы по исследованию энергонасыщенных материалов; основными экспериментальными методами синтеза основных компонентов, комплексного исследования их физико-химических свойств, параметров горения и механических характеристик.	Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н, Обобщенная трудовая функция В. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем. В /02.6. Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований (уровень квалификации – 6).

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- механизм самоускоряющихся химических реакций при превращении ЭМ;
- условия теплового, автокаталитического и цепного теплового взрыва;
- механизм термического разложения различных ВВ – компонентов порохов и ТРТ, энергии активации реакций, лимитирующих их распад, экспериментальные методы исследования и влияние на распад различных факторов;
- методы получения термической устойчивости порохов и ТРТ различного состава;
- требования к горению порохов и ТРТ, зависимость скорости горения от давления и начальной температуры заряда и их практическое значение;
- закономерности и механизм горения порохов на основе нитроцеллюлозы и смесевых топлив на основе различных окислителей (способных и неспособных к самостоятельному горению). Модели горения, зоны горения, тепловой баланс, ведущая зона горения, влияние на скорость горения порохов и ТРТ различных компонентов (металлы, ВВ, азидосоединения и др.);
- способы регулирования скорости горения баллистических и смесевых топлив и их зависимости от давления и от начальной температуры;
- неустойчивое горение ВВ и порохов. Причины и особенности горения порохов в ракетном двигателе и в канале ствола. Виды аномального горения и их устранение;
- механизм детонации газовых и конденсированных систем; основные параметры детонации (критический диаметр и скорость детонации) для различных ЭМ – ВВ, порохов и смесевых топлив на основе перхлората аммония;
- чувствительность ЭМ к различным воздействиям – механизм возбуждения и методы определения чувствительности к удару, тепловому воздействию, искре и пр. Разрушающее действие взрыва;
- возможности перехода горения в детонацию при получении баллистических порохов. Методы устранения.

уметь:

- рассчитывать степень термического распада компонентов и композиций в течение гарантийных сроков хранения и при их получении;
- рассчитывать тепловой баланс при горении ЭМ;
- рассчитывать безопасные расстояния по действию ударной волны;
- предложить пути регулирования скорости горения и её зависимости от давления для ТРТ с заданной энергетикой и составом;
- оценить опасность изготовления и эксплуатации зарядов ТРТ и порохов в зависимости от их состава.

владеть:

- навыками безопасной работы с ВВ, порохами и ТРТ;
- методами определения кинетических параметров разложения порохов и ТРТ;
- методами определения температуры вспышки и времени её задержки;
- методами определения зависимости скорости горения от давления и начальной температуры заряда;
- методами расчета состава продуктов и температуры горения порохов и ТРТ, экспериментальным методом определения температуры горения;
- методами определения чувствительности порохов и ТРТ к различным импульсам (тепловому, механическому, детонационному).

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Виды учебной работы	Всего		Семестр			
			7		8	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоёмкость дисциплины	11	396	9	324	2	72
Контактная работа – аудиторные занятия:	4,89	176	4	144	0,89	32
в том числе в форме практической подготовки	2,67	96	2	72	0,67	24
Лекции (Лек)	1,78	64	1,78	64		
Практические занятия (ПЗ)	–	–	–	–		
Лабораторные занятия (Лаб)	3,11	112	2,22	80	0,89	32
в том числе в форме практической подготовки	2,67	96	2,00	72	0,67	24
Самостоятельная работа:	5,11	184	4	144	1,11	40
Контактная самостоятельная работа	5,11	0,2	–	–	1,11	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		183,8	4	144		39,8
в том числе в форме практической подготовки	2,0	72	1,00	36	1,00	36
Виды контроля:						
Экзамен	1	36	1	36	–	–
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	1	0,4	–	–
Подготовка к экзамену		35,6		35,6		–
Вид итогового контроля:			Экзамен		Зачёт	

Виды учебной работы	Всего		Семестр			
			7		8	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоёмкость дисциплины	11	297	9	243	2	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,67	72	2,00	54	0,67	18
в том числе в форме практической подготовки	4,67	126	3	81	1,67	45
Лекции (Лек)	1,78	48	1,78	48		
Практические занятия (ПЗ)	–	–	–	–		
Лабораторные занятия (Лаб)	3,11	84	2,22	60	0,89	24
в том числе в форме практической подготовки	2,67	72	2,00	54	0,67	18
Самостоятельная работа:	5,11	138	4	108	1,11	30
Контактная самостоятельная работа	5,11	0,15	–	–	1,11	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		137,85	4	108		29,85
в том числе в форме практической подготовки	2,0	54	1,00	27	1,00	27
Виды контроля:						
Экзамен	1	27	1	27	–	–
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3	1	0,3	–	–
Подготовка к экзамену		26,7		26,7		–
Вид итогового контроля:			Экзамен		Зачёт	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Название раздела	Академ. часов									
		Всего	7 семестр					8 семестр			
			Лекции	Лаб. работы	В т.ч. в форме пр. подг.	Самост. работа	В т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	В т.ч. в форме пр. подг.	Самост. работа	В т.ч. в форме пр. подг.
1.	Раздел 1. Введение	22	3	16	14	3					
1.1.	Требования, предъявляемые к ВВ, порохам и ТРТ. Классификация ВВ по классам и устойчивости горения. Классификация порохов и ТРТ. Компоновка порохов и ТРТ.	2	1			1					
1.2.	Применение порохов. Основные формы превращения ВВ и порохов. Термодинамика горения.	20	2	16	14	2					
2.	Раздел 2. Кинетика химических реакций горения и взрыва	27	3	12	10	12	3				
2.1.	Скорость, порядок и энтальпия реакции, глубина превращения. Самоускоряющиеся химические реакции – основа процессов горения и детонации.	2	1			1					
2.2.	Различные механизмы самоускорения реакций: тепловое ускорение, тепловой взрыв газов и конденсированных веществ. Индукционный период. Влияние размера заряда на возможность развития теплового взрыва.	23	1	12	10	10	3				
2.3.	Автокаталитическое ускорение (автокаталитический тепловой взрыв).	2	1			1					

	Цепной взрыв.										
3.	Раздел 3. Термическое разложение энергонасыщенных материалов	48	10	12	10	26	6				
3.1.	Общая характеристика процессов разложения ВВ и методы их изучения. Распад нитроэфиров. Классификация нитроэфиров по характеру распада.	14	3			11					
3.2.	Распад нитросоединений и нитроаминов. Влияние агрегатного состояния ВВ на скорость распада.	18	3	12	10	3	2				
3.3.	Стойкость ВВ и порохов и методы ее определения. Стабилизаторы химической стойкости.	16	4			12	4				
4.	Раздел 4. Горение порохов и ТРТ	111	12	24	24	39	10	16	12	20	18
4.1.	Теория горения порохов и ТРТ	30	3	24	24	3	1				
4.2.	Горение баллистических порохов	40	5			17	4	8	6	10	9
4.3.	Горение смесевых твердых топлив	41	4			19	5	8	6	10	9
5.	Раздел 5. Неустойчивое горение взрывчатых веществ, порохов и ТРТ	12	6			6					
6.	Раздел 6. Регулирование скорости горения порохов и ТРТ	78	12			30	7	16	12	20	18
6.1.	Методы регулирования скорости горения	72	9			27	6	16	12	20	18
6.2.	Разброс скоростей горения	6	3			3	1				
7.	Раздел 7. Детонация ВВ, порохов и ТРТ	12	6			6	2				
8.	Раздел 8. Работа и разрушающее действие взрыва	12	6			6	2				

9.	Раздел 9. Чувствительность ВВ, порохов и ТРТ к различным воздействиям	38	6	16	14	16	6				
9.1.	Возбуждение взрывчатого превращения тепловым импульсом	17	2	8	7	7	2				
9.2.	Возбуждение взрыва при механических воздействиях	17	2	8	7	7	2				
9.3.	Переход горения в детонацию	4	2			2	2				
	Итого (семестры 7, 8), в том числе:	360									
	семестр 7:	288	64	80	72	144	36	-	-	-	-
	семестр 8:	72	-	-	-	-		32	24	40	36
	Экзамен	36									
	Всего часов	396									

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение.

Цели, задачи курса и его содержание. Требования, предъявляемые к ВВ, порохам и ТРТ. Классификация ВВ по классам и устойчивости горения. Классификация порохов и ТРТ. Компонировка порохов и ТРТ. Применение порохов. Основные формы превращения ВВ и порохов.

Раздел 2. Кинетика химических реакций горения и взрыва.

Скорость, порядок и энтальпия реакции, глубина превращения. Самоускоряющиеся химические реакции – основа процессов горения и детонации. Различные механизмы самоускорения реакций: тепловое ускорение, тепловой взрыв газов и конденсированных веществ. Индукционный период. Влияние размера заряда на возможность развития теплового взрыва. Автокаталитическое ускорение (автокаталитический тепловой взрыв). Цепной взрыв.

Раздел 3. Термическое разложение и химическая стойкость ВВ, порохов и ТРТ.

3.1. Общая характеристика процессов разложения ВВ и методы их изучения. . Распад нитроэфиров. Классификация нитроэфиров по характеру распада. Механизм реакций начальной стадии распада. Влияние строения нитроэфиров на скорость распада. Реакции, сопровождающие распад. Различные механизмы самоускорения процессов разложения нитроэфиров.

Кинетика и механизм разложения нитратов 1 группы. Кислый гидролиз нитроэфиров. Индукционный период. Влияние на распад нитроэфиров 1 группы воды, кислорода, кислот и щелочей.

Распад нитратов 2-ой и 3-ей групп. Влияние воды, кислорода, кислот и других веществ на разложение нитратов 2-ой и 3-ей групп.

3.2. Распад нитросоединений и нитроаминов. Влияние на скорость распада агрегатного состояния ВВ.

Термическое разложение основы баллистических порохов – систем нитроцеллюлоза-нитроглицерин. Влияние воды, кислорода, кислот на разложение порохов.

Особенности распада порохов с наполнителями.

Разложение перхлората аммония (ПХА) при удалении и в присутствии продуктов распада. Степень распада ПХА в различных условиях. Влияние дисперсности ПХА на скорость распада. Влияние различных добавок на распад. Распад смесей ПХА с органическими веществами.

3.3. Стойкость ВВ и порохов и методы ее определения. Стабилизаторы химической стойкости. Степень распада порохов и ТРТ при их производстве и хранении. Роль химической стойкости для гарантийных сроков хранения зарядов.

Раздел 4. Горение порохов и ТРТ.

4.1. Теория горения порохов и ТРТ.

Различные модели порохов. Требования, предъявляемые к горению порохов и ТРТ. Методы изучения процессов горения порохов и ТРТ. Определение зависимости скорости горения порохов от давления и начальной температуры заряда. Практическое значение указанных зависимостей. Определение распределения температуры в волне горения порохов и ТРТ. Тепловой баланс конденсированной фазы при горении порохов.

4.2. Горение баллистических порохов.

Механизм горения баллистических порохов. Многостадийность процесса горения. Ведущая стадия горения порохов. Влияние состава баллистических порохов на скорость их горения в различном интервале давления. Методы определения скорости горения конденсированных систем. Бомба постоянного давления. Манометрическая бомба.

Исследования структуры пламени.

Зависимость скорости горения пироксилиновых порохов от различных факторов.

4.3. Горение смесевых твердых топлив

Кинетический и диффузионный режимы горения. Горение перхлората аммония. Влияние горючего на горение ПХА. Зависимости скорости горения топлив от соотношения окислителя и горючего, природы связующего, дисперсности окислителя и металла. Модели горения СТТ. Закономерности горения топлив на основе быстрогорящих окислителей.

Горение систем на основе активного связующего и наполнителей, способных к самостоятельному горению. Геометрическая и физическая модели горения.

Горение систем на основе окислителей, неспособных к самостоятельному горению (нитрат калия, перхлорат калия и др.). Особенности горения пожаротушающих порохов. Полнота и устойчивость их горения при атмосферном давлении.

Раздел 5. Неустойчивое горение взрывчатых веществ, порохов и ТРТ

Критический и предельный диаметры горения и зависимость их величины от различных факторов (природы вещества, состава пороха, давления и т.д.).

Гидродинамическая неустойчивость горения газов и жидких ВВ.

Неустойчивое горение порошкообразных зарядов, содержащих поры и трещины. Горение в трещинах, щелях и порах. Влияние давления, размера пор и других факторов на возникновение неустойчивого горения.

Тепловой удар при горении кристаллов ВВ.

Раздел 6. Регулирование скорости горения порохов и ТРТ

6.1. Методы регулирования скорости горения ТРТ с помощью катализаторов. Закономерности влияния и механизм действия катализаторов на горение баллиститных ТРТ различного состава. Снижение зависимости скорости горения от давления. Регулирование скорости горения СТТ на основе ПХА с помощью катализаторов. Факторы, влияющие на катализ горения. Регулирование зависимости скорости горения порохов и ТРТ от начальной температуры заряда. Снижение скорости горения баллиститных и смесевых порохов.

Увеличение скорости горения с помощью быстрогорящих элементов. Фильтрационный метод. Метод теплопроводящих элементов.

6.2. Разброс скоростей горения порохов и ТРТ. Основные факторы (рецептурные, технологические), влияющие на величину разброса для баллиститных и смесевых порохов.

Особенности горения порохов в двигателях и ствольных системах. Влияние потока газов на скорость горения, резонансное горение и методы его устранения. Борьба с дульным и засопловым пламенем.

Раздел 7. Детонация ВВ, порохов и ТРТ.

Переход горения газов в детонацию. Нижний и верхний пределы взрыва. Детонация конденсированных ВВ.

Параметры детонации. Скорость детонации ВВ и зависимость её от различных факторов. Гидродинамическая теория. Давление в ударной и детонационной волне. Точка Чемпена-Жуге. Ширина зоны реакции при детонации. Механизм возбуждения и развития реакции при детонации. Пути образования очагов. Критический диаметр детонации. Детонационная способность различных ВВ, порохов и ТРТ и зависимость их от различных факторов (теплота взрыва, плотность, гомогенность, наличие твердых веществ и др.).

Раздел 8. Работа и разрушающее действие взрыва.

Местное, бризантное и фугасное действие взрыва. Методы оценки.

Ударные волны, тротиловый эквивалент. Расстояния, безопасные по действию ударной волны.

Раздел 9. Чувствительность ВВ, порохов и ТРТ к различным воздействиям.

Понятие о чувствительности ВВ. Различные виды начального импульса.

9.1. Возбуждение взрывчатого превращения тепловым импульсом. Чувствительность ВВ, порохов и ТРТ к тепловому импульсу. Нагрев и воспламеняемость порохов. Способы определения чувствительности к тепловому импульсу (температура вспышки, задержка вспышки, воспламенение ВВ и порохов).

9.2. Возбуждение взрыва при механических воздействиях. Механизм возникновения взрыва при ударе и трении. Разогрев при ударе и трении, виды очагов разогрева, их критический размер. Влияние газовых включений и твердых добавок на возникновение местных разогревов при механическом воздействии. Сенсибилизаторы и флегматизаторы. Методы определения чувствительности ВВ, порохов и ТРТ к механическим воздействиям (удару, трению, прострелу пуль и т.п.). Методы испытания: копры К-44-I и К-44-II, приборы №1, №2 и №3. Основные характеристики чувствительности. Чувствительность различных ВВ, баллиститных и смесевых порохов и их полуфабрикатов к различным механическим воздействиям. Влияние на чувствительность состава порохов и ТРТ и начальной температуры.

9.3. Переход горения в детонацию. Чувствительность ВВ, полуфабрикатов и готовых изделий баллиститных порохов и СТТ к ударной волне. Минимальный инициирующий импульс. Передача детонации на расстоянии. Методы определения. Влияние состава порохов и СТТ на их взрывчатые детонационные характеристики.

Переход горения ЭМ в детонацию в условиях производства. Механизм перехода. Низкоскоростная и высокоскоростная детонация. Методы оценки. Способы предотвращения перехода горения во взрыв.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7	Раздел 8	Раздел 9
	Знать:									
1.	– механизм самоускоряющихся химических реакций при превращении ЭМ;		+	+					+	
2.	– условия теплового, автокаталитического и цепного теплового взрыва;		+	+					+	+
3.	– механизм термического разложения различных ВВ – компонентов порохов и ТРТ, энергии активации реакций, лимитирующих их распад, экспериментальные методы исследования и влияние на распад различных факторов;			+					+	+
4.	– методы получения термической устойчивости порохов и ТРТ различного состава;	+		+						
5.	– требования к горению порохов и ТРТ, зависимость скорости горения от давления и начальной температуры заряда и их практическое значение;	+			+	+	+			
6.	– закономерности и механизм горения порохов на основе нитроцеллюлозы и смесевых топлив на основе различных окислителей (способных и неспособных к самостоятельному горению). Модели горения, зоны горения, тепловой баланс, ведущая зона горения, влияние на скорость горения порохов и ТРТ различных компонентов (металлы, ВВ, азидосоединения и др.);				+	+	+			
7.	– способы регулирования скорости горения баллистических и смесевых топлив и их зависимости от давления и от начальной температуры;				+		+			

8.	– неустойчивое горение ВВ и порохов. Причины и особенности горения порохов в ракетном двигателе и в канале ствола. Виды аномального горения и их устранение;	+				+				
9.	– механизм детонации газовых и конденсированных систем; основные параметры детонации (критический диаметр и скорость детонации) для различных ЭМ – ВВ, порохов и смесевых топлив на основе перхлората аммония;							+		
10.	– чувствительность ЭМ к различным воздействиям – механизм возбуждения и методы определения чувствительности к удару, тепловому воздействию, искре и пр. Разрушающее действие взрыва;	+							+	+
11.	– возможности перехода горения в детонацию при получении баллистических порохов. Методы устранения.							+		+
	Уметь:									
12.	– рассчитывать степень термического распада компонентов и композиций в течение гарантийных сроков хранения и при их получении;		+	+						
13.	– рассчитывать тепловой баланс при горении ЭМ;				+					
14.	– рассчитывать безопасные расстояния по действию ударной волны;	+							+	
15.	– предложить пути регулирования скорости горения и её зависимости от давления для ТРТ с заданной энергетикой и составом;				+		+			
16.	– оценить опасность изготовления и эксплуатации зарядов ТРТ и порохов в зависимости от их состава.			+				+		+
	Владеть:									

17.	– навыками безопасной работы с ВВ, порохами и ТРТ;			+	+	+	+	+	+	+
18.	– методами определения кинетических параметров разложения порохов и ТРТ;		+	+						
19.	– методами определения температуры вспышки и времени её задержки;		+							+
20.	– методами определения зависимости скорости горения от давления и начальной температуры заряда				+	+	+			
21.	– методами расчета состава продуктов и температуры горения порохов и ТРТ, экспериментальным методом определения температуры горения	+			+					
22.	– методами определения чувствительности порохов и ТРТ к различным импульсам (тепловому, механическому, детонационному).							+		+

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:											
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7	Раздел 8	Раздел 9
23.	ПК- 4 Способен разрабатывать инновационные методики и программы проведения исследований и испытаний артиллерийских порохов, баллистических и смесевых ТРТ	ПК-4.1 Знает основные методы, использующиеся при проведении исследований и испытаний порохов и ТРТ различного типа; физико-химические основы возникновения и развития самораспространяющихся процессов горения и детонации и методы расчёта их параметров; физические основы взрыва в различных средах; методы создания новых составов с заданными физико-химическими, баллистическими, механическими и другими специальными свойствами;	+	+	+	+	+	+	+	+	+
24.		принципы подбора компонентов и зависимость важнейших свойств энергонасыщенных материалов от природы и соотношения компонентов;									

		ПК-4.2 Умеет теоретически рассчитывать и экспериментально определять термодинамические характеристики энергонасыщенных материалов; предлагать и решать задачи, связанные с проведением исследований и испытаний порохов и ТРТ различных типов; прогнозировать параметры горения, механические характеристики и физико-химические свойства энергонасыщенных материалов;	+	+	+	+	+	+	+	+	+

		ПК-4.3 Владеет методиками расчета и экспериментального определения параметров горения, механических характеристик, физико-химических и специальных свойств энергонасыщенных материалов и изделий; навыками экспериментальной работы по исследованию энергонасыщенных материалов; основными экспериментальными методами синтеза основных компонентов, комплексного исследования их физико-химических свойств, параметров горения и механических характеристик.	+	+	+	+	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине не предусмотрены.

6.2. Лабораторные занятия

Примерные темы лабораторных занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
Семестр 7			
1	1	Расчет термодинамических параметров в программном комплексе «REAL»	16
2	4	Экспериментальное определение температуры горения порохов и сравнение её с расчетным значением.	24
3	2	Определение температуры и времени задержки вспышки ВВ и порохов.	24
	3	Определение скорости и кинетических параметров термического распада ВВ и порохов.	
4	9	Определение чувствительности ВВ и порохов к удару, трению.	16
Семестр 8			
5	6	Определение зависимости скорости горения от давления в приборе постоянного давления	16
6	6	Определение зависимости скорости горения от давления в манометрической бомбе	16

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекционных занятиях учебного материала;
- подготовку к контрольным работам по тематике дисциплины на основе проработки рекомендованной литературы и работы с электронно-библиотечными системами;
- поиск и изучение интернет-ресурсов по тематике дисциплины;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- подготовку к сдаче экзамена (7 семестр) и зачёта (8 семестр).

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, обучающимся лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Реферативно-аналитические работы по дисциплине не предусмотрены.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля в 7 семестре предусмотрено 5 контрольных работ (по одной контрольной работе по разделам 1-2, 3, 4, 5-6 и 7-9). Максимальная оценка за контрольные работы составляет: №1 и 4 - 16 баллов, по 8 баллов за каждую; №2 и 5 – 24 баллов, по 12 баллов за каждую; №3 – 20 баллов.

Разделы 1 и 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 8 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса по 4 балла каждый.

Вопрос 1.1.

1. Основные формы превращения ВВ и порохов.
2. Скорость химических реакций и зависимость её от различных факторов.
3. Порядок реакции. Уравнение Аррениуса. Степень превращения вещества при протекании реакций.
4. Самоускоряющиеся реакции. Примеры тепловых взрывов при выстреле.
5. Тепловой взрыв в газах. Скорость теплоприхода и теплорасхода. Условия протекания реакции в форме взрыва.
6. Условия развития теплового взрыва. Влияние давления и температуры на развитие теплового взрыва. Индукционный период.
7. Тепловой взрыв конденсированных ВВ. Предвзрывной разогрев. Влияние размера заряда на развитие теплового взрыва.
8. Автокаталитическое самоускорение. Зависимость скорости реакции от времени. Автокаталитический тепловой взрыв.
9. Механизм цепного взрыва в газах нижний и верхний предел и зависимость их различных факторов. Цепно-тепловой взрыв. Примеры взрывов газов при выстреле.
10. Как изменятся условия для теплового взрыва шашки, если её диаметр увеличится в 2 раза, а температура переработки уменьшится с 95°C до 85°C; $K = 10^{15} \exp(-35000/RT)$, E – в кал/моль.
11. В каком из двух случаев вероятность развития теплового взрыва пороха будет выше:
 - 1) $K = 10^{17} \exp(-40000/RT)$ E , кал/моль
 - 2) $K = 10^{14} \exp(-29000/RT)$ Температура – 100°C.
12. Как изменятся условия теплового взрыва ВВ, если температура увеличится с 95°C при различных константах скорости реакции:
 - 1) $\lg K_0 = 13$ $E = 20000$ кал/моль;
 - 2) $\lg K_0 = 13$ $E = 36000$ кал/моль;
 - 3) $\lg K_0 = 17$ $E = 28500$ кал/моль.

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 12 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса: 6 баллов за каждый вопрос.

1. Общая характеристика распада ВВ и порохов. Методы изучения распада.
2. Влияние на распад веществ величины m/v .

3. Период полураспада веществ. Порядок реакции. Зависимость скорости реакции от различных факторов.
4. Стабилизаторы химической стойкости баллиститных порохов. Механизм их действия.
5. Разложение ПХА в присутствии продуктов распада.
6. Классификация нитроэфиров по характеру распада.
7. Влияние наполнителей на распад систем НЦ-НГЦ.
8. Распад линейных циклических нитраминов.
9. Факторы, влияющие на распад НГЦ и НЦ..
10. Влияние различных добавок на разложение нитратов I группы.
11. Автокаталитическое ускорение реакций. Величина индукционного периода. Автокатализ при разложении НГЦ.
12. Распад ПХА. Причина торможения распада в замкнутом объеме. Кинетические параметры процесса распада ПХА.
13. Термическое разложение двухкомпонентных систем НЦ-НГЦ.
14. Влияние m/v на распад ПХА в замкнутом объеме.
15. Химическая стойкость порохов. Факторы, от которых она зависит. Методы оценки.
16. Влияние взрывчатых веществ на распад порохов.
17. Влияние H_2O и кислорода на распад двухкомпонентных систем НЦ-НГЦ.
18. Сопоставить термическую устойчивость (по начальной скорости и по характеру распада) следующих веществ: НГЦ, НЦ, тринитротолуол, гексанитроманит, ПХА, октоген.
19. Физическая и химическая стабильность ВВ и порохов. Методы определения химической стойкости. Допустимая степень разложения при производстве и хранении изделий.
20. При каких условиях произойдет большая степень распада веществ ($LgK_0 = 16 \text{ с}^{-1}$, $E = 149\,500 \text{ Дж/моль}$): а) $\tau = 40$ лет; $T = 20^\circ\text{C}$; б) $\tau = 40$ часов; $T = 110^\circ\text{C}$.
21. Как изменится скорость реакции, если температура увеличится с 80°C до 120°C ; при $E = 25000 \text{ кал/моль}$ и $E = 40000 \text{ кал/моль}$.
22. Определить максимальную температуру хранения изделий в течение 2 лет, если $\eta \leq 0,15\%$. Кинетические параметры начальной стадии распада $K_0 = 10^{13} \text{ с}^{-1}$, $E = 33 \text{ ккал/моль}$.
23. Можно ли обеспечить срок хранения пороха в течение 20 лет, при температуре 60°C , если допустимая степень распада $\eta = 0,1\%$, $E = 40000 \text{ кал/моль}$, $Lg K_0 = 15,9 \text{ с}^{-1}$.
24. Определить степень распада двух веществ при $t = 30^\circ\text{C}$ в течение $\tau = 10$ лет если для первого вещества $K_0 = 10^{14}$, $E = 30000 \text{ кал/моль}$, а для второго $K_0 = 10^{15}$, $E = 39 \text{ ккал/моль}$.
25. Можно ли хранить баллиститный порох в виде тонкосводных ($\sim 3 \text{ мм}$) элементов в течение 15 лет при $t = 35^\circ\text{C}$, если $K_0 = 10^{14} \text{ с}^{-1}$, $E = 30000 \text{ кал/моль}$.

Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, 8 баллов за первый и второй вопрос, 4 балла за третий.

1. Модели горения порохов.
2. Ведущая стадия горения. Тепловой баланс к-фазы при горении.
3. Зависимость $u(p, T_0)$ порохов и ТРТ. Практическое их значение и регулирование.
4. Особенности горения ТРТ в двигателях.
5. Закономерности и механизм горения баллиститных порохов.
6. Разброс скоростей горения баллиститных и смесевых порохов.

7. Общие закономерности горения смесевых систем.
8. Различные окислители для смесевых систем.
9. Диффузионный и кинетический режим горения.
10. Механизм горения СТТ на основе ПХА.
11. Зависимость скорости горения СТТ на основе ПХА от различных факторов.
12. Особенности горения систем на основе быстрогорящих окислителей (АДНА и др.) по сравнению с системами на основе ПХА.
13. Горение смесевых составов на основе различных окислителей.
14. Сравнить механизм горения баллиститных порохов и СТТ на основе ПХА.
15. Ведущая стадия горения баллиститных и смесевых порохов на основе ПХА.
16. Неустойчивое горение ВВ, порохов и ТРТ. Причины и механизм.
17. Особенности горения систем на основе быстрогорящего связующего с низкоскоростного наполнителя (или не способного к самостоятельному горению).
18. Закономерности горения топлив на основе ПХА и АДНА.
19. Определение температурного профиля в волне горения порохов. Зоны горения и их протяженность.
20. Как изменится равновесное давление при использовании двух порохов, если поверхность горения возрастает в 1,5 раза, а $\sigma_{кр}$ уменьшится в 2 раза: значение ν для пороха № 1 равно нулю, а для пороха № 2 – 0,6.
21. Как изменится давление ($P_{равн.}$) в камере при горении шашки с канала, если $d_{кан} = 40$ см, а $d_{нар} = 120$ см, при законе скорости горения для заряда №1 $U = 13r^{0,5}$, а для заряда №2 - $U = 10r^{0,1}$ (давление в атм). Рассчитать газоприток в начале и в конце горения, а также давление в конце горения шашек, если начальное давление в обоих случаях равно 40 атм.
22. При $T_0 = -30^\circ\text{C}$ равновесное давление в камере составляет 40 кгс/см^2 ; как оно изменится, если T_0 увеличится до $+40^\circ\text{C}$, при условиях:
 - а) $K_t = U_{+40}/U_{-40} = 1,3$; $\nu = 0,7$;
 - б) $\beta = 2 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$.
23. Какое топливо выгоднее применять для ракетного двигателя, если T_0 изменяется на 100°C : а) $\nu = 0,6$; $\beta = 2 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$; б) $\nu = 0,3$; $\beta = 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$; в) $\nu = 0,8$; $\beta = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$.

Разделы 5 и 6. Примеры вопросов к контрольной работе № 4. Максимальная оценка – 8 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса: 4 балла за каждый вопрос.

1. Катализ горения баллиститных порохов.
2. Катализ горения смесевых порохов на основе ПХА.
3. Влияние состава порохов на скорость их горения.
4. Этапы развития катализа горения порохов и ТРТ.
5. Сравнение закономерностей катализа горения баллиститных порохов и смесевых порохов на основе ПХА.
6. Катализ горения низкокалорийных порохов.
7. Катализ горения высококалорийных порохов.
8. Критический диаметр горения ВВ порохов и СТТ.
9. Влияние диаметра заряда на характеристики горения. Практическое значение $d_{кр}$.
10. Разброс скоростей горения порохов и ТРТ различных партий.
11. Физические методы регулирования скорости горения порохов.
12. Газодинамические условия устойчивости горения ВВ. Влияние пористости заряда на закономерности горения порохов и СТТ.
13. Горение зарядов, содержащих поры. Возможные причины образования пор и трещин в заряде.
14. Катализ горения баллиститных порохов.

Разделы 7, 8 и 9. Примеры вопросов к контрольной работе № 5. Максимальная оценка – 12 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса: по 4 балла за каждый вопрос.

1. Чувствительность смесевых и баллиститных топлив к механическим воздействиям.
2. Воспламеняемость ВВ при зажигании.
3. Методы определения чувствительности ВВ к удару и трению.
4. Чувствительность различных ВВ и порохов к тепловому импульсу. Методы определения.
5. Чувствительность ВВ к тепловому импульсу. Сравнить чувствительность баллиститных и смесевых топлив на основе ПХА.
6. Виды начального импульса и чувствительность ВВ, порохов и ТРТ к удару.
7. Чувствительность баллиститных и смесевых топлив на основе ПХА к механическим воздействиям.
8. Разрушающее действие взрыва. Приведенные расстояния.
9. Критический диаметр детонации различных ВВ и порохов.
10. Критические диаметры детонации смесевых и баллиститных порохов. Причины различия.
11. Переход горения ВВ (порохов и СТТ) во взрыв. Факторы, влияющие на ПГД при производстве порохов.
12. Сравнить детонационные характеристики баллиститных и смесевых топлив на основе ПХА.
13. Критический диаметр детонации. Методы определения. Значения $d_{кр}$ для различных ВВ и порохов.
14. Детонация конденсированных ВВ. Гидродинамическая теория детонации.
15. Скорость детонации ВВ и зависимость ее от различных факторов.
16. Механизм возбуждения и развития реакции при детонации.
17. Разрушаются ли кирпичные постройки при взрыве 12 тонн тротила на расстоянии 2 км от взрыва.
18. Определить безопасное расстояние для деревянных построек, если вес заряда ВВ равен 2 кг, а $Q_{взр} = 1300$ ккал/кг.
19. Разрушаются ли обычные здания при взрыве, произведенном на расстоянии 1 км, если заряд ВВ – 10 тонн, а $Q_{взр} = 1000$ ккал/кг. Определить давление во фронте детонационной волны, если плотность заряда $1,5 \text{ г/см}^3$, а $D = 7000 \text{ м/с}$.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (7 семестр – экзамен, 8 семестр – зачет).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса по 10 баллов каждый. Максимальное количество баллов за *экзамен* (7 семестр) – 40 баллов.

Зачет с оценкой проходит в форме письменного отчёта в лабораторном журнале с устной защитой результатов всех работ лаборатории в 8 семестре с выставлением по итогу оценки.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (7 семестр – экзамен, 8 семестр – зачет).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса по 10 баллов каждый. Максимальное количество баллов за *экзамен* (7 семестр) – 40 баллов.

Зачет с оценкой проходит в форме письменного отчёта в лабораторном журнале с устной защитой результатов всех работ лаборатории в 8 семестре с выставлением по итогу оценки.

1. Основные типы порохов и твердых ракетных топлив (ТРТ).
2. Назначение компонентов, примерные составы ТРТ.
3. Основные формы превращения ВВ и порохов.
4. Скорость химических реакций и зависимость её от различных факторов. Порядок реакции. Уравнение Аррениуса. Степень превращения вещества при протекании реакций.
5. Самоускоряющиеся реакции. Примеры тепловых взрывов при выстреле.
6. Стабилизаторы химической стойкости баллиститных порохов. Механизм их действия.
7. Разложение ПХА в присутствии продуктов распада.
8. Классификация нитроэфиров по характеру распада.
9. Влияние наполнителей на распад систем НЦ-НГЦ.
10. Закономерности и механизм горения баллиститных порохов.
11. Разброс скоростей горения баллиститных и смесевых порохов.
12. Общие закономерности горения смесевых систем. Различные окислители для смесевых систем. Диффузионный и кинетический режим горения.
13. Механизм горения СТТ на основе ПХА. Зависимость скорости горения СТТ на основе ПХА от различных факторов.
14. Катализ горения смесевых порохов на основе ПХА.
15. Влияние состава порохов на скорость их горения.
16. Разброс скоростей горения порохов и ТРТ различных партий.
17. Физические методы регулирования скорости горения порохов.
18. Чувствительность баллиститных и смесевых топлив на основе ПХА к механическим воздействиям.
19. Разрушающее действие взрыва. Приведенные расстояния.
20. Критический диаметр детонации различных ВВ и порохов.
21. Критические диаметры детонации смесевых и баллиститных порохов. Причины различия.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

Экзамен по дисциплине "Химическая физика энергонасыщенных материалов" проводится в 7 семестре и включает контрольные вопросы по восьми разделам (2-9) учебной программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам.

"Утверждаю" Зав. кафедрой ХТВМС В.А. Петров " " 20__ г.	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева Кафедра ХТВМС Специальность 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий" Специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов и твёрдых ракетных топлив" Дисциплина: Химическая физика энергонасыщенных материалов
" " 20__ г. Студент гр. И-45 _____ <i>Билет № 1</i> 1. Классификация нитроэфиров по характеру распада. Подробно про распад нитроэфиров I группы. Влияние различных факторов на распад. 2. Механизм горения СТТ на основе ПХА. Зависимость скорости горения СТТ на основе ПХА от различных факторов. 3. Катализ горения баллиститных порохов. 4. Разрушающее действие взрыва. Приведенные расстояния.	

1. Андреев К.К., Беляев А.Ф. Теория взрывчатых веществ.- М.: Оборонгиз, 1960.- 595 с.
2. Денисюк А.П. Горение порохов и ТРТ. М.: ЦНИИНТИ, 1988, 172 с (базовый учебник).
3. Дубина В.П., Денисюк А.П. Физико-химические свойства порохов и твердых ракетных топлив. М.: ЦНИИНТИ, 1980, 148 с (базовый учебник).
4. Андреев К.К. Термическое разложение и горение взрывчатых веществ – М., Наука, 1966. – 348 с.
5. Денисюк А.П., Шепелев Ю.Г. Определение баллистических характеристик и параметров горения порохов и ТРТ: Лабораторный практикум. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2009. – 136 с.
6. Манелис Г.Б., Назин Г.М., Рубцов Ю.И., Струнин В.А. Термическое разложение и горение взрывчатых веществ и порохов. - М., Наука, 1996, 223с. / 3 экз. (РФФИ).
7. Синдицкий В.П., Серушкин В.В. Термическое разложение энергетических материалов. Издательский центр РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва, 2012, 152 с. /41 экз.
8. Синдицкий В.П., Егоршев В.Ю., Березин М.В., Серушкин В.В. Методы исследования горения энергетических материалов. Издательский центр РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва, 2010, 104 с. / 20 экз. (4826).

Б. Дополнительная литература

1. Серушкин В.В., Синдицкий В.П. Термодинамика процессов горения и детонации. Издательский центр РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва, 2012, 112 с. / 40 экз. (4818).
2. Энергетические конденсированные системы. Краткий энциклопедический словарь/ Под ред. Б.П. Жукова. Изд. 2-е, исправл. – М.: Янус-К, 2000. 596 с. / 12 экз.
3. Беляев А.Ф. Горение, детонация и работа взрыва конденсированных систем. Изд-во «Наука», М., 1968. / 4 экз.
4. Кондриков Б.Н. Химическая термодинамика горения и взрыва. МХТИ, 1980, 80 стр. / 8 экз. (2078).
5. Рогов Н. Г., Ищенко М.А. Смесевые ракетные твердые топлива: Компоненты, требования, свойства. Учебное пособие. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2005. – 195 с. 32 экз.
6. Гремячкин В.М. Гетерогенное горение частиц твердых топлив. – М.: МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2015, 230 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/106278>.
7. Рогов Н.Г., Груздев Ю.А. Физико-химические свойства порохов и твердых ракетных топлив. Санкт-Петербург. 2005, 200 с (базовый учебник).
8. Андреев В. В., Гуськов А. В., Милевский К. Е., Слесарева Е. Ю. Теория горения и взрыва: высокоэнергетические материалы [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов. – М.: Юрайт, 2017, 323 с. Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/teoriya-goreniya-i-vzryva-vysokoenergeticheskie-materialy-437947>.
9. Косточко А.В., Б.М. Казбан. Пороха, ракетные твердые топлива и их свойства. Воспламенение и горение порохов и ракетных твердых топлив [Электронный ресурс] : учебное пособие — Электрон. дан. — Казань : КНИТУ, 2010, 213 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/13314>.
10. Косточко А.В., Б.М. Казбан. Пороха, ракетные твердые топлива и их свойства. Пороха и ракетные твердые топлива - источники тепловой энергии и газообразного рабочего тела [Электронный ресурс] : учебное пособие — Электрон. издан. — Казань: КНИТУ, 2009, 256 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/13315>.
11. Косточко А.В., Б.М. Казбан. Пороха, ракетные твердые топлива и их свойства. Физико-химические свойства порохов и ракетных твердых топлив [Электронный ресурс] : учебное пособие — Электрон. издан. — Казань: КНИТУ, 2011, 368 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/13316>.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

– Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Физика горения и взрыва». ISSN: 0430-6228.
- Журнал «Горение и взрыв». ISSN: 2305-9117.
- Журнал "Химическая физика". ISSN: 0207-401X.
- Журнал "Боеприпасы. XXI век". ISSN: 2073-6649.
- Журнал "Боеприпасы и спецхимия". ISSN: 1995-154X.
- Журнал "Боеприпасы и высокоэнергетические конденсированные системы". ISSN: 1999-6500.
- Журнал "Успехи в химии и химической технологии". ISSN: 1506-2017.
- Журнал «Combustion and Flame». ISSN: 0010-2180.
- Журнал «Central European Journal of Energetic Materials». ISSN: 1733-7178.
- Журнал «Propellants, Explosives and Pyrotechnics». ISSN: 1521-4087.
- Журнал «Journal of Propulsion and Power». ISSN: 0748-4658.
- Журнал «Thermochimica Acta». ISSN: 0059-6031.

Рекламные материалы ведущих НИИ и заводов ОПК в области артиллерии, ракетной техники, порохов, твёрдых ракетных топлив, пиротехнических составов и средств.

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www.fcdt.ru>.
- <https://www.roscosmos.ru>.
- <http://www.npoiskra.ru>.
- <http://www.npoiskra.ru/upload/rkt.pdf>.
- <http://mzperm.ru/products/9>.
- <https://varvsn.mil.ru/folder/1855>.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 15 (общее число слайдов – 202);
- макеты боеприпасов и метательных зарядов – более 40;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 50);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 50).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 г. составляет 1 559 436 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине "Химическая физика энергонасыщенных материалов" проводятся в форме лекций, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающихся.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для обучающихся, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет. Лабораторные учебные аудитории, оснащенные необходимым оборудованием для проведения исследований, при необходимости компьютером с требуемым программным обеспечением, и средствами индивидуальной защиты. Два прибора постоянного давления БПД-300 для определения скорости горения и измерения температуры горения, манометрическая бомба для изучения характеристик горения в области высоких давлений, копёр К-44-II для определения чувствительности к удару, остированная установка для определения температуры и времени задержки вспышки, программный комплекс "Real" для определения термодинамических характеристик.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к разделам лекционного курса; наборы образцов манометров и макеты боеприпасов и метательных зарядов, образцы порохов, шашек твёрдого ракетного топлива, используемых в отечественных образцах вооружений.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет, испытательное оборудование (прибор постоянного давления и манометрическая бомба), укомплектованные специальными измерительными приборами (преобразователи сигналов, усилители, цифровые осциллографы и АЦП, цифровые вольтметры, скоростные видеокамеры), для определения параметров горения порохов и ТРТ в широком диапазоне давления (от атмосферного до 400 МПа).

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебники и учебные пособия по дисциплине, справочные материалы, факультетская спецбиблиотека книжных изданий, журналов и диссертационных работ.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; справочные материалы в электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	4	Бессрочная
2.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	4	Бессрочная
3.	OriginPro 8.1 Department Wide License	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	4	Бессрочная
4.	Программный комплекс "REAL for Windows" для компьютерного моделирования сложных химических равновесий при высоком давлении и температуре, компьютеризированный справочник "ASTD for Windows" термодинамических свойств химических веществ и база данных "CompBase" энтальпий образования химических веществ (Программный комплекс "REAL").	Лицензионное соглашение № 00001. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ №2015614083 от 6.04.2015 г.	3	Бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Введение	<i>Знает:</i> - методы получения термической устойчивости порохов и ТРТ различного состава; - требования к горению порохов и ТРТ, зависимость скорости горения от давления и начальной температуры заряда и их практическое значение; - неустойчивое горение ВВ и порохов. Причины и особенности горения порохов в ракетном двигателе и в канале ствола. Виды аномального горения и их устранение; - чувствительность ЭМ к различным воздействиям – механизм возбуждения и методы определения чувствительности к удару, тепловому воздействию, искре и пр. Разрушающее действие взрыва. <i>Умеет:</i> - рассчитывать безопасные расстояния по действию ударной волны. <i>Владеет:</i> - методами расчета состава продуктов и температуры горения порохов и ТРТ, экспериментальным методом определения температуры горения.	Оценка за экзамен (7 семестр)
Раздел 2. Кинетика химических реакций горения и взрыва	<i>Знает:</i> - механизм самоускоряющихся химических реакций при превращении ЭМ; - условия теплового, автокаталитического и цепного теплового взрыва; <i>Умеет:</i> - рассчитывать степень термического распада компонентов и композиций в течение гарантийных сроков хранения и при их получении; <i>Владеет:</i> - методами определения кинетических параметров разложения порохов и ТРТ; - методами определения температуры вспышки и времени её задержки.	Оценка за контрольную работу №1 (7 семестр) Оценка за допуск к лабораторной работе №1 (8 семестр). Оценка за экзамен (7 семестр)

Раздел 3. Термическое разложение и химическая стойкость ВВ, порохов и ТРТ	<i>Знает:</i> - механизм самоускоряющихся химических реакций при превращении ЭМ; - условия теплового, автокаталитического и цепного теплового взрыва; – механизм термического разложения различных ВВ – компонентов порохов и ТРТ, энергии активации реакций, лимитирующих их распад, экспериментальные методы исследования и влияние на распад различных факторов; – методы получения термической устойчивости порохов и ТРТ различного состава. <i>Умеет:</i> – рассчитывать степень термического распада компонентов и композиций в течение гарантийных сроков хранения и при их получении; – оценить опасность изготовления и эксплуатации зарядов ТРТ и порохов в зависимости от их состава. <i>Владеет:</i> – навыками безопасной работы с ВВ, порохами и ТРТ; – методами определения кинетических параметров разложения порохов и ТРТ.	Оценка за контрольную работу №2 (7 семестр) Оценка за допуск к лабораторной работе №2 (8 семестр). Оценка за экзамен (7 семестр)
Раздел 4. Горение порохов и ТРТ	<i>Знает:</i> – требования к горению порохов и ТРТ, зависимость скорости горения от давления и начальной температуры заряда и их практическое значение; – закономерности и механизм горения порохов на основе нитроцеллюлозы и смесевых топлив на основе различных окислителей (способных и неспособных к самостоятельному горению). Модели горения, зоны горения, тепловой баланс, ведущая зона горения, влияние на скорость горения порохов и ТРТ различных компонентов (металлы, ВВ, азидосоединения и др.); - способы регулирования скорости горения баллистических и смесевых топлив и их зависимости от давления и от начальной температуры. <i>Умеет:</i>	Оценка за контрольную работу №3 (7 семестр) Оценка за допуск к лабораторной работе №3 (8 семестр). Оценка за экзамен (7 семестр)

	– рассчитывать тепловой баланс при горении ЭМ; – предложить пути регулирования скорости горения и её зависимости от давления для ТРТ с заданной энергетикой и составом. <i>Владеет:</i> – навыками безопасной работы с ВВ, порохами и ТРТ; – методами определения зависимости скорости горения от давления и начальной температуры заряда; – методами расчета состава продуктов и температуры горения порохов и ТРТ, экспериментальным методом определения температуры горения.	
Раздел 5. Неустойчивое горение взрывчатых веществ, порохов и ТРТ	<i>Знает:</i> – требования к горению порохов и ТРТ, зависимость скорости горения от давления и начальной температуры заряда и их практическое значение; – закономерности и механизм горения порохов на основе нитроцеллюлозы и смесевых топлив на основе различных окислителей (способных и неспособных к самостоятельному горению). Модели горения, зоны горения, тепловой баланс, ведущая зона горения, влияние на скорость горения порохов и ТРТ различных компонентов (металлы, ВВ, азидосоединения и др.); - неустойчивое горение ВВ и порохов. Причины и особенности горения порохов в ракетном двигателе и в канале ствола. Виды аномального горения и их устранение; <i>Владеет:</i> – навыками безопасной работы с ВВ, порохами и ТРТ; – методами определения зависимости скорости горения от давления и начальной температуры заряда.	Оценка за контрольную работу №4 (7 семестр) Оценка за экзамен (7 семестр)
Раздел 6. Регулирование скорости горения порохов и ТРТ	<i>Знает:</i> – требования к горению порохов и ТРТ, зависимость скорости горения от давления и начальной температуры заряда и их практическое значение; – закономерности и механизм горения порохов на основе нитроцеллюлозы и смесевых топлив на основе различных окислителей (способных и неспособных	Оценка за контрольную работу №4 (7 семестр) Оценка за допуск к лабораторной работе №4 (8 семестр). Оценка за экзамен

	к самостоятельному горению). Модели горения, зоны горения, тепловой баланс, ведущая зона горения, влияние на скорость горения порохов и ТРТ различных компонентов (металлы, ВВ, азидосоединения и др.); – способы регулирования скорости горения баллиститных и смесевых топлив и их зависимости от давления и от начальной температуры; <i>Умеет:</i> - предложить пути регулирования скорости горения и её зависимости от давления для ТРТ с заданной энергетикой и составом; <i>Владеет:</i> – навыками безопасной работы с ВВ, порохами и ТРТ; – методами определения зависимости скорости горения от давления и начальной температуры заряда.	(7 семестр)
Раздел 7. Детонация ВВ, порохов и ТРТ	<i>Знает:</i> – механизм детонации газовых и конденсированных систем; основные параметры детонации (критический диаметр и скорость детонации) для различных ЭМ – ВВ, порохов и смесевых топлив на основе перхлората аммония; – возможности перехода горения в детонацию при получении баллиститных порохов. Методы устранения. – основные параметры детонации (скорость, критический диаметр и скорость детонации) для различных ЭМ. <i>Умеет:</i> - оценить опасность изготовления и эксплуатации зарядов ТРТ и порохов в зависимости от их состава. <i>Владеет:</i> – навыками безопасной работы с ВВ, порохами и ТРТ; – методами определения чувствительности порохов и ТРТ к различным импульсам (тепловому, механическому, детонационному).	Оценка за контрольную работу №5 (7 семестр) Оценка за экзамен (7 семестр)

Раздел 8. Работа и разрушающее действие взрыва	<i>Знает:</i> – механизм самоускоряющихся химических реакций при превращении ЭМ; – условия теплового, автокаталитического и цепного теплового взрыва; – механизм термического разложения различных ВВ – компонентов порохов и ТРТ, энергии активации реакций, лимитирующих их распад, экспериментальные методы исследования и влияние на распад различных факторов; – чувствительность ЭМ к различным воздействиям – механизм возбуждения и методы определения чувствительности к удару, тепловому воздействию, искре и пр. Разрушающее действие взрыва. <i>Умеет:</i> – рассчитывать безопасные расстояния по действию ударной волны. <i>Владеет:</i> - навыками безопасной работы с ВВ, порохами и ТРТ.	Оценка за контрольную работу №5 (7 семестр) Оценка за экзамен (7 семестр)
Раздел 9. Чувствительность ВВ, порохов и ТРТ к различным воздействиям	<i>Знает:</i> – условия теплового, автокаталитического и цепного теплового взрыва; – механизм термического разложения различных ВВ – компонентов порохов и ТРТ, энергии активации реакций, лимитирующих их распад, экспериментальные методы исследования и влияние на распад различных факторов; – чувствительность ЭМ к различным воздействиям – механизм возбуждения и методы определения чувствительности к удару, тепловому воздействию, искре и пр. Разрушающее действие взрыва; – возможности перехода горения в детонацию при получении баллистических порохов. Методы устранения. <i>Умеет:</i> – оценить опасность изготовления и эксплуатации зарядов ТРТ и порохов в зависимости от их состава. <i>Владеет:</i>	Оценка за контрольную работу №5 (7 семестр) Оценка за допуск к лабораторным работам №5 и №6 (8 семестр). Оценка за экзамен (7 семестр)

	- навыками безопасной работы с ВВ, порохами и ТРТ; - методами определения температуры вспышки и времени её задержки; - методами определения чувствительности порохов и ТРТ к различным импульсам (тепловому, механическому, детонационному).	

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
"Химическая физика энергонасыщенных материалов"
основной образовательной программы
18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий"
(Код и наименование специальности)

Специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов
и твердых ракетных топлив"
(Наименование ООП)

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание изменения/дополнения	Основание внесения изменения/дополнения
1.	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения	протокол заседания Ученого совета № 1 от 30 августа 2019 г.
2.	Изменения в части обновления договоров электронных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 2 от 30 сентября 2019 г.
3.	Изменения в части использования ЭО и ДОТ при реализации основных профессиональных образовательных программ	пр. ректора № 163-А от 16 марта 2020 г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева"

"УТВЕРЖДЕНО"

на заседании Учёного совета.

Протокол № 1 от 29 августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

"Технология переработки энергонасыщенных материалов"

Специальность 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных
материалов и изделий"

Специализация "Химическая технология полимерных композиций,
порохов и твердых ракетных топлив"

Квалификация "Инженер"

Москва 2024 г.

Программа составлена:

к.т.н., доцентом кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений
В.А. Сизовым.

старшим преподавателем кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений
Д.Б. Михалевым,

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии
высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д.И. Менделеева ???6 июня 2024 г., протокол №
21???

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий", специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов и твёрдых ракетных топлив" (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина "Технология переработки энергонасыщенных материалов" относится к дисциплинам специализации обязательной части учебного плана (Б1.О.40.03). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области дисциплин естественно-научного цикла - неорганической, органической, аналитической, физической, коллоидной химии; физики и математики, процессов и аппаратов, ОХТ и других, а также специальных дисциплин физики и химии полимеров.

Цель дисциплины – ознакомление обучающихся со способами производства и переработки порохов, твердых ракетных топлив и других композиционных полимерных материалов на основе целлюлозы и ее производных, аппаратами и режимами производства и переработки, а также физико-химическими основами протекающих процессов.

Задачи дисциплины – формирование у студентов теоретических и практических навыков для разработки композиций с заданными свойствами; изучение механизма и кинетики процессов получения нитроглицерина (НГЦ), других нитрозирных пластификаторов и способов их производства; изучение взаимосвязи технологических и эксплуатационных характеристик полимерных материалов с качеством исходного сырья и полуфабрикатов.

Дисциплина "Технология переработки энергонасыщенных материалов" преподаётся в 8 семестре. Контроль успеваемости обучающихся ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения.

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Направленность (профиль), специализация: Химическая технология полимерных композиций, порохов и твердых ракетных топлив				
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
- Участие в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах (далее - НИОКР), направленных на совершенствование получения и использования энергонасыщенных материалов и изделий и изучение их свойств; - разработка программ, методик, технических средств для проведения исследований свойств существующих и новых энергонасыщенных материалов и изделий; - обработка и анализ результатов экспериментальных исследований, формулирование выводов, подготовка отчетов и публикаций о результатах исследований, защита	Индивидуальные и смесевые энергонасыщенные материалы и изделия на их основе; расчетные методы прогнозирования энергетических характеристик энергонасыщенных материалов; методы и приборы для исследования и оценки эффективности и практической пригодности энергонасыщенных материалов и изделий.	ПК- 1 Способен изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований, применять современные методы исследования, планировать и проводить необходимый эксперимент, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты с использованием современных методов обработки данных, представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, формулировать практические рекомендации по	ПК-1.1 Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно- технической информации, современные подходы к научному исследованию, экспериментальные методы и их приборное и аппаратное оформление, методы и алгоритмы для корректного анализа и обработки результатов научных исследований;	26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: разработки, проектирования, наладки, эксплуатации и совершенствования средств, методов получения и способов применения энергонасыщенных материалов и изделий; промышленного и опытного производства индивидуальных и смесевых энергонасыщенных материалов, исходных и промежуточных продуктов для их получения; промышленного и опытного производства изделий на основе энергонасыщенных материалов; эксплуатации и хранения энергонасыщенных материалов; надзора в области промышленной
			ПК-1.2 Умеет осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий; использовать современные оборудование и приборы для проведения необходимых экспериментальных исследований; оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада;	

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
интеллектуальной собственности; - участие во внедрении результатов НИОКР; - поиск и анализ научно-технической информации в области энергонасыщенных материалов и изделий с целью научно-практической и патентной поддержки проводимых исследований;		использованию результатов научных исследований.	ПК-1.3 Владеет навыками изучения и обобщения научно-технической информации по тематике исследований; современными методами обработки данных; принципами разработки экспериментальных методик и программ для проведения научных исследований; практическими навыками применения современного оборудования и приборов; приемами обработки, анализа и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов.	безопасности при получении и использовании энергонасыщенных материалов и изделий). Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда; обобщение отечественного и зарубежного опыта. Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н, Обобщенная трудовая функция В. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем. В /02.6. Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований (уровень квалификации – 6).

Тип задач профессиональной деятельности: технологический				
Организация эффективного и безопасного ведения технологических процессов получения энергонасыщенных материалов и изделий; выполнение инженерных расчетов, обеспечивающих проведение существующего технологического процесса или внесения в него необходимых дополнений и изменений; разработка мероприятий по обеспечению требуемого качества продукции, контролю над их выполнением, по предупреждению и устранению случаев нарушения технологического регламента; организация и участие в испытаниях готовой продукции; контроль над соблюдением технологической дисциплины, разбор случаев ее нарушения и анализ вызывающих их причин; подготовка и	Технологические процессы получения энергонасыщенных материалов и изделий; методы и приборы для исследования и оценки эффективности и практической пригодности энергонасыщенных материалов и изделий; оборудование для производства и переработки энергонасыщенных материалов и изделий.	ПК-2 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для контроля его основных параметров, норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, свойств сырья и готовой продукции, проверять техническое состояние оборудования, организовывать его профилактические осмотры; готов к обеспечению требований по техническому регулированию, к освоению и эксплуатации нового оборудования, обеспечению технологической безопасности.	ПК-2.1 Знает порядок организации, планирования и проведения технологического процесса; основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции; основные процессы и аппараты химической технологии, методы расчета деталей и узлов машин и аппаратов химической технологии; основные особенности проектирования предприятий по производству энергонасыщенных материалов, принципы выбора схемы производства; основы технического регулирования, меры обеспечения технологической безопасности;	26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: разработки, проектирования, наладки, эксплуатации и совершенствования средств, методов получения и способов применения энергонасыщенных материалов и изделий; промышленного и опытного производства индивидуальных и смесевых энергонасыщенных материалов, исходных и промежуточных продуктов для их получения; промышленного и опытного производства изделий на основе энергонасыщенных материалов; эксплуатации и хранения энергонасыщенных материалов; надзора в области промышленной безопасности при получении и использовании энергонасыщенных материалов и изделий). Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда; обобщение отечественного и зарубежного опыта.
			ПК-2.2 Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции; оценить и интерпретировать полученные результаты; производить расчеты по основным критериям работоспособности и конструирования оборудования и аппаратов химической технологии с учетом требований по техническому регулированию;	

корректировка технологической документации; участие в проведении опытных работ по внедрению новых рецептур, методик, освоению новых стандартов, новых приборов; анализ расхода сырья и материалов, разработка мероприятий по их экономии и энергосбережению; участие в разработке мероприятий по снижению аварийности, травматизма и профессиональной заболеваемости, по механизации и автоматизации процессов.			ПК-2.3 Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции, навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом; методологией расчета основных параметров технологических процессов; навыками конструирования и проектирования аппаратов и оборудования химической технологии, по выбору технологической схемы производства энергонасыщенных материалов; навыками использования основных инструментов и правил технического регулирования и управления качеством, стандартизации и сертификации продуктов и изделий.	
			ПК-5 Способен применять знания по химии и технологии полимерных композиций, порохов и ТРТ различных типов и их отдельных компонентов для управления технологическим процессом, прогнозирования и регулирования основных эксплуатационных свойств, постановки задач	ПК-5.1 Знает теоретические основы процессов нитрования; основные методы и технологические процессы получения полимерных композиций, порохов и ТРТ различных типов; основные принципы выбора компонентов для создания новых полимерных композитов, энергонасыщенных материалов и технологических процессов их производства; аппаратное оформление процессов получения энергонасыщенных материалов различных типов; 26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: разработки, проектирования, наладки, эксплуатации и совершенствования средств, методов получения и способов применения энергонасыщенных материалов и изделий; промышленного и опытного производства индивидуальных и смесевых энергонасыщенных материалов, исходных и промежуточных продуктов для их

		по исследованию и проектированию технологии новых энергонасыщенных материалов и изделий	ПК-5.2 Умеет получать основные типы порохов и ТРТ; исследовать основные свойства и прогнозировать потенциальные области применения новых энергонасыщенных материалов различных типов; предлагать рецептуры составов для определённой области применения; прогнозировать пути совершенствования технологий получения и новые области применения энергонасыщенных материалов; ПК-5.3 Владеет актуальной информацией по организации и объёму производства порохов и ТРТ различных типов, исходных компонентов в России и за рубежом; навыками изучения и обобщения информации в области химической технологии артиллерийских порохов, твёрдых ракетных топлив баллистического и смесового типа.	получения; промышленного и опытного производства изделий на основе энергонасыщенных материалов; эксплуатации и хранения энергонасыщенных материалов; надзора в области промышленной безопасности при получении и использовании энергонасыщенных материалов и изделий). Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда; обобщение отечественного и зарубежного опыта.

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- основные методы получения и требования к исходным продуктам;
- теоретические основы процессов нитрования многоатомных спиртов, кислотного и щелочного гидролиза нитроэфирных пластификаторов, изготовления порохов и ТРТ;
- конструкции и принцип действия аппаратов, технологические режимы производства;
- физико-химические процессы, протекающие при смешении компонентов и переработке масс;
- технологические схемы производства НГЦ, порохов, твердых ракетных топлив и других композиционных полимерных материалов на основе нитроцеллюлозы;
- требования по технике безопасности и охране труда.

уметь:

- решать экологические проблемы при производстве нитроэфирных пластификаторов, порохов, ТРТ;
- рассчитывать характеристики процесса нитрации многоатомных спиртов;
- составлять технологическую схему производства, подбирать аппараты для изготовления ЭНМ и определять параметры технологических процессов их получения;
- прогнозировать и регулировать эксплуатационные свойства порохов, ТРТ и полимерных композиционных материалов;

владеть:

- практическими навыками получения НГЦ и других нитратов многоатомных спиртов в лабораторных условиях;
- практическими навыками получения порохов, твердых ракетных топлив и полимерных композиционных материалов на основе нитроцеллюлозы в лабораторных условиях;
- практическими навыками определения механических и реологических характеристик порохов и ТРТ.

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объём дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	11	396	297
Контактная работа – аудиторные занятия:	5,33	192	144
в том числе в форме практической подготовки	3,11	112	84
Лекции	1,78	64	48
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16	12
в том числе в форме практической подготовки	0,33	12	9
Лабораторные работы (ЛР)	3,11	112	84
в том числе в форме практической подготовки	2,78	100	75
Самостоятельная работа	4,67	168	126
Контактная самостоятельная работа	4,67	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		168	126
в том числе в форме практической подготовки	1	36	27
Виды контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	Экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Название раздела	Академ. часов							
		Всего	Лекции	Лаб. работы	В т.ч. в форме пр. подг.	Практ. работы	В т.ч. в форме пр. подг.	Самост. работа	В т.ч. в форме пр. подг.
1.	Раздел 1. Введение. Цели, задачи и основные разделы курса	4	2	-	-	-	-	2	-
2.	Раздел 2. Производство нитроэфиров	110	16	40	36	8	6	46	12
2.1	Физико-химические основы получения нитроэфиров	52	4	27	20	3	2	14	5
2.2	Стабилизация нитроэфиров	29	4	13	16	2	2	14	2
2.3.	Непрерывные способы производства нитроэфиров	25	8	-		3	2	18	5
3.	Раздел 3. Производство пироксилиновых порохов (ПП)	82	12	34	30	-	-	36	8
4.	Раздел 4. Производство баллиститных порохов (БП)	134	24	34	30	8	6	68	12
4.1	Подготовка и дозирование отдельных компонентов	29	6	9	10	-	-	14	2
4.2	Технологические схемы изготовления пороховых масс баллиститного типа	39	8	-	-	4	3	27	5
4.3.	Переработка баллиститных масс	57	8	18	20	4	3	27	5
5.	Раздел 5. Сгорающие гильзы	8	4	-	-	-	-	4	2
6.	Раздел 6. Конверсионные производства	22	8	4	4	-	-	10	2
	ИТОГО	360	64	112	100	16	12	168	36
	Экзамен	36							
	Всего часов	396							

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение. Цели, задачи и основные разделы курса

Пороха, сгорающие гильзы - как энергетически активные полимерные материалы со специфическими свойствами. Характерные отличия их производства от других полимерных композиций.

Основные виды НЦ, виды, типовые составы и условные обозначения порохов на основе НЦ, назначение компонентов.

Конверсия пороховой промышленности. Использование целлюлозного сырья, технологических приемов и частично оборудования для изготовления полимерных композиционных материалов мирного времени.

Раздел 2. Производство нитроэфиров

2.1. Этерификация спиртов азотной кислотой и смесями на ее основе - получение нитроэфирных пластификаторов. Механизм и кинетика нитрования спиртов. Влияние свойств глицерина и других низкомолекулярных спиртов, состава и свойств этерифицирующих агентов на процесс нитрации. Кислотный гидролиз, окисление и другие побочные процессы при нитрации спиртов. Физико-химические основы процесса сепарации - отделение нитроэфирных пластификаторов от отработанных кислот. Рекуперация и регенерация отработанных кислот.

2.2. Физико-химические основы процесса стабилизации нитроэфирных пластификаторов. Удаление из нитроэфиров остатков кислот, побочных веществ и нестойких примесей. Щелочной гидролиз.

2.3. Технологические схемы непрерывного производства НЦ и его аналогов (сепарационный, бессепарационный и инжекторный). Аппаратурное оформление каждой стадии процесса.

Подготовка спиртов. Получение рабочих нитросмесей. Рециркуляция отработанной кислоты. Сепарация нитроэфиров от отработанных кислот. Стабилизация нитроэфирных пластификаторов. Решение экологических проблем при производстве нитроэфирных пластификаторов. Техника безопасности и охрана труда.

Раздел 3. Производство пироксилиновых порохов (ПП)

Водоотжим, обезвоживание пироксилинов. Физико-химические особенности процесса обезвоживания, влияние на него различных факторов. Конструктивно-технологические особенности процессов водоотжима и обезвоживания.

Особенности процесса пластификации НЦ при изготовлении ПП. Влияние различных факторов на качество ПП и расход растворителя. Аппаратурное оформление процесса. Особенности реологических свойств ПП.

Принципиальное устройство формующих аппаратов. Принципиальное устройство резательных аппаратов. Физико-химические процессы, протекающие при удалении растворителей. Аппаратурное оформление фазы. Рекуперация легколетучих пластификаторов.

Технологические схемы производства ПП.

Раздел 4. Производство баллиститных порохов (БП)

4.1. Принципиальное устройство дозаторов, гидрофобизаторов.

Физико-химические процессы, протекающие при смешении компонентов баллиститных масс (БМ). Роль водной среды. Основные факторы, определяющие качество БМ. Особенности смачивания, капиллярной пропитки, сорбции. Принципиальное устройство аппаратов фазы смешения.

4.2. Полунепрерывная и непрерывные схемы изготовления БМ. Отжим БМ от воды. Принципиальное устройство центрифуг и отжимных прессов для отжима. Анализ проблем

безопасности и экологии при получении БМ. Обратное водоснабжение. Биохимическая очистка сточных вод.

4.3. Особенности реологических свойств БМ. Вальцевание БМ. Физико-химические процессы при вальцевании. Принципиальное устройство вальц-аппаратов. Сушка полуфабриката. Физико-химические особенности и аппаратное оформление фазы сушки. Таблетирование полуфабриката. Назначение операции и принципиальное устройство таблетировочного пресса.

Прессование полуфабриката. Понятие о коэффициентах вытяжки, технологичности, обжата. Аутогезионная прочность и зависимость ее от различных факторов. Принципиальное устройство формующих прессов. Виды потоков в экструдере. Решение вопросов безопасности при прессовании. Виды и причины брака при прессовании.

Фаза резки. Принципиальное устройство резательных устройств.

Завершающие операции. Дефектоскопирование. Механическая обработка, бронирование.

Технологические схемы переработки.

Раздел 5. Сгорающие гильзы

Сгорающие гильзы - как энергетически активные полимерные материалы со специфическими свойствами. Принципиальная схема их производства.

Раздел 6. Конверсионные производства

Особенности реологических и технологических свойств аэрозольобразующих пожаротушащих композиций (АПК). Производство аэрозольобразующих пожаротушащих композиций (АПК).

Производство КМЦ. Физико-химические основы процесса, использование оборудования пороховых заводов.

Производство нитролаков, нитролинолеума. Специфические требования к компонентам, блок-схема производства.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6
	Знать:						
1.	– основные методы получения и требования к исходным продуктам;	+	+	+	+	+	+
2.	– теоретические основы процессов нитрования многоатомных спиртов, кислотного и щелочного гидролиза нитроэфиров, изготовления порохов и ТРТ;		+	+	+		-
3.	– конструкции и принцип действия аппаратов, технологические режимы производства;		+	+	+	+	+
4.	– физико-химические процессы, протекающие при смешении компонентов и переработке масс;		+	+	+		
5.	– технологические схемы производства нитроэфирных пластификаторов, порохов, твердых ракетных топлив и других композиционных полимерных материалов на основе нитроцеллюлозы;		+	+	+	+	+
6.	– требования по технике безопасности и охране труда;	+	+	+	+	+	+
	Уметь:						
7.	– решать экологические проблемы при производстве нитроэфирных пластификаторов, порохов, ТРТ;		+	+	+	+	
8.	– рассчитывать характеристики процесса нитрации многоатомных спиртов;		+				
9.	– составлять технологическую схему производства, подбирать аппараты для изготовления ЭНМ и определять параметры технологических процессов их получения;			+	+		+
10.	– прогнозировать и регулировать эксплуатационные свойства порохов, ТРТ и полимерных композиционных материалов;		+	+	+	+	+
	Владеть:						
11.	– практическими навыками получения НГЦ и других нитратов многоатомных спиртов в лабораторных условиях;		+				
12.	– практическими навыками получения порохов, твердых ракетных топлив и полимерных композиционных материалов на основе нитроцеллюлозы в лабораторных условиях;			+	+	+	+

13.	– практическими навыками определения механических и реологических характеристик порохов и ТРТ.					+		
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:								
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК						
14.	ПК- 1 Способен изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований, применять современные методы исследования, планировать и проводить необходимый эксперимент, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты с использованием современных методов обработки данных, представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований.	ПК-1.1 Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно- технической информации, современные подходы к научному исследованию, экспериментальные методы и их приборное и аппаратное оформление, методы и алгоритмы для корректного анализа и обработки результатов научных исследований;		+	+	+	+	+
15.		ПК-1.2 Умеет осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий; использовать современные оборудование и приборы для проведения необходимых экспериментальных исследований; оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада;		+	+	+	+	

16.		ПК-1.3 Владеет навыками изучения и обобщения научно-технической информации по тематике исследований; современными методами обработки данных; принципами разработки экспериментальных методик и программ для проведения научных исследований; практическими навыками применения современного оборудования и приборов; приемами обработки, анализа и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов.	+						+

17.	ПК-2 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для контроля его основных параметров, норм выработки и технологических нормативов расхода сырья, свойств сырья и готовой продукции, проверять техническое состояние оборудования, организовывать его профилактические осмотры; готов к обеспечению требований по техническому регулированию, к освоению и эксплуатации нового оборудования, обеспечению технологической безопасности.	ПК-2.1 Знает порядок организации, планирования и проведения технологического процесса; основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции; основные процессы и аппараты химической технологии, методы расчета деталей и узлов машин и аппаратов химической технологии; основные особенности проектирования предприятий по производству энергонасыщенных материалов, принципы выбора схемы производства; основы технического регулирования, меры обеспечения технологической безопасности;			+	+	+	+
18.		ПК-2.2 Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции; оценить и интерпретировать полученные результаты; производить расчеты по основным критериям работоспособности и конструирования оборудования и аппаратов химической технологии с учетом требований по техническому регулированию;			+	+	+	+

19.	ПК-2.3 Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции, навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом; методологией расчета основных параметров технологических процессов; навыками конструирования и проектирования аппаратов и оборудования химической технологии, по выбору технологической схемы производства энергонасыщенных материалов; навыками использования основных инструментов и правил технического регулирования и управления качеством, стандартизации и сертификации продуктов и изделий.			+	+	+	+

20.	ПК-5 Способен применять знания по химии и технологии полимерных композиций, порохов и ТРТ различных типов и их отдельных компонентов для управления технологическим процессом, прогнозирования и регулирования основных эксплуатационных свойств, постановки задач по исследованию и проектированию технологии новых энергонасыщенных материалов и изделий	ПК-5.1 Знает теоретические основы процессов нитрования; основные методы и технологические процессы получения полимерных композиций, порохов и ТРТ различных типов; основные принципы выбора компонентов для создания новых полимерных композитов, энергонасыщенных материалов и технологических процессов их производства; аппаратное оформление процессов получения энергонасыщенных материалов различных типов;	+		+	+	+	+
21.		ПК-5.2 Умеет получать основные типы порохов и ТРТ; исследовать основные свойства и прогнозировать потенциальные области применения новых энергонасыщенных материалов различных типов; предлагать рецептуры составов для определённой области применения; прогнозировать пути совершенствования технологий получения и новые области применения энергонасыщенных материалов;	+		+	+	+	+

22.		ПК-5.3 Владеет актуальной информацией по организации и объему производства порохов и ТРТ различных типов, исходных компонентов в России и за рубежом; навыками изучения и обобщения информации в области химической технологии артиллерийских порохов, твёрдых ракетных топлив баллистического и смесового типа.	+		+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	2	Расчет состава рабочей нитросмеси, отработанной кислоты, коэффициента водоотнятия при производстве нитроэфирных пластификаторов сепарационным способом.	3
2	2	Принципиальный расчет теплового эффекта при производстве нитроэфиров.	3
3	2	Расчет модуля нитрации и состава рабочей нитросмеси, содержащей рециркулирующую отработанную кислоту.	3
4	4	Расчет тепловыделений при вальцевании баллиститных порохов.	3
5	4	Расчет прямого, обратного потоков и потока утечек при экструзии полимерных композиций, различающихся реологическими параметрами, с помощью шнек-прессов с различными конструктивными характеристиками.	3
6	4	Расчет коэффициента неравномерности выхода артиллерийских изделий из матричной обоймы при варьировании реологических характеристик композитов и конструктивных параметров пресс-инструмента.	3

6.2. Лабораторные занятия

Примерные темы лабораторных занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	2	Изготовление нитроэфирных пластификаторов.	27
2	3	Изготовление и переработка модельных пироксилиновых композиций.	30
3	4	Изготовление и переработка модельных баллиститных композиций.	30
4	4	Исследование реологических характеристик композиций, как функций их рецептурных особенностей, температурно-пьеzo-скоростных условий испытания.	21

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- подготовку к теоретическому коллоквиуму (допуску) к выполнению лабораторных работ по тематике курса на основе проработки рекомендованной литературы и работы с электронно-библиотечными системами;

- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- подготовку к сдаче экзамена (8 семестр).

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, обучающимся лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Реферативно-аналитические работы по дисциплине не предусмотрены.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля в 8 семестре предусмотрено 4 контрольных работы (по одной контрольной работе по разделам 2, 3, 4 и 5-6). Максимальная оценка за контрольные работы составляет: №1 и 3 - 20 баллов, по 10 баллов за каждую; №2 и 4 – 10 баллов, по 5 баллов за каждую.

На допуск к лабораторным работам в 8 семестре отводится по 5 баллов на каждую лабораторную работу.

Раздел 1.

Текущий контроль знаний по разделу 1 не предусмотрен.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса по 5 баллов каждый.

1. Непрерывные способы получения нитроэфирных пластификаторов.
2. Пути повышения безопасности при производстве нитроэфирных пластификаторов.
3. Роль воды при изготовлении нитроэфирных пластификаторов.
4. Физико-химические основы процессов получения сложных азотнокислых эфиров многоатомных спиртов (целлюлозы, глицерина, диэтиленгликоля).
5. Физико-химические основы процессов стабилизации при получении и нитроэфирных пластификаторов.
6. Роль щелочного гидролиза при синтезе нитроэфиров и при решении экологических вопросов их производства.
7. Роль кислотного гидролиза при синтезе нитроэфиров и при решении экологических вопросов их производства.
8. Коэффициент водоотнятия рабочих кислотных смесей (РКС), его влияние на выход нитроэфиров (НЭ); коэффициент рециркуляции и его влияние на температуру нитрации.
9. Принцип расчета теплового эффекта при получении нитроэфирных пластификаторов.
10. Расчет состава рабочей кислотной смеси при производстве штатных нитроэфиров сепарационным и инжекторным способами при заданном значении коэффициента рециркуляции.
11. Расчет состава отработанной кислоты при производстве штатных нитроэфиров сепарационным и инжекторным способами при заданном значении коэффициента рециркуляции.

12. Расчет модуля нитрации при производстве штатных нитроэфиров сепарационным и инжекторным способами при заданном значении коэффициента рециркуляции.
13. Расчет коэффициента водоотнятия при производстве штатных нитроэфиров сепарационным и инжекторным способами при заданном значении коэффициента рециркуляции.
14. Сравнительные характеристики отечественного и шведского способов производства нитроэфирных пластификаторов.
15. Пути интенсификации и повышения безопасности процессов этерификации и стабилизации при непрерывном получении НЭ.

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 5 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса: 2 балла за вопрос за первый вопрос, 3 балла за второй.

1. Виды промышленных нитратов целлюлозы.
2. Обоснование требований ТУ на НЦ.
3. Технологические схемы непрерывного изготовления пироксилиновых порохов.
4. Аппаратурное оформление стадии обезвоживания при изготовлении пироксилиновых порохов.
5. Аппаратурное оформление стадии вымочки при изготовлении пироксилиновых порохов.
6. Аппаратурное оформление стадии сушки при изготовлении пироксилиновых порохов.
7. Особенности формования пироксилиновых порохов.
8. Виды брака при производстве пироксилиновых порохов и методы их предотвращения.
9. Возвратно-технологические отходы при производстве пироксилиновых порохов.
10. Решение вопросов экологии при получении пороховых композиций пироксилинового типа.
11. Физико-химические основы процессов удаления растворителей при производстве пироксилиновых порохов.
12. Роль воды при изготовлении пироксилиновых порохов.
13. Водоотжим, обезвоживание пироксилинов.
14. Особенности процесса пластификации нитроцеллюлозы при изготовлении пороховых масс пироксилинового типа.
15. Нормальные напряжения при формовании пороховых масс пироксилинового типа.
16. Способы регулирования величины присадки и расчета габаритов формующего инструмента при производстве пироксилиновых порохов.
17. Особенности реологических свойств пороховых масс пироксилинового типа.
18. Рекуперация легколетучих пластификаторов..

Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за каждый вопрос.

1. Основные типы порохов и твердых ракетных топлив (ТРТ). Назначение компонентов, примерные составы ТРТ.
2. Блок-схема производства баллиститных порохов.
3. Подготовка металлических порошков при производстве баллиститных порохов и ТРТ.
4. Подготовка катализаторов горения при производстве баллиститных порохов и ТРТ.
5. Подготовка взрывчатых веществ при производстве баллиститных порохов и ТРТ.

6. Подготовка стабилизаторов горения при производстве баллиститных порохов и ТРТ.
7. Подготовка нитроцеллюлозы при производстве баллиститных порохов и ТРТ.
8. Подготовка технологических добавок при производстве баллиститных порохов и ТРТ.
9. Подготовка стабилизаторов химической стойкости при производстве баллиститных порохов и ТРТ.
10. Подготовка нитроэфирных пластификаторов при производстве баллиститных порохов и ТРТ.
11. Подготовка дополнительных пластификаторов при производстве баллиститных порохов и ТРТ.
12. Виды наполнителей пороховых (топливных) композиций.
13. Влияние наполнителей на технологические и эксплуатационные характеристики составов.
14. Технологические схемы непрерывного изготовления баллиститных порохов.
15. Роль отдельных компонентов, обоснование допустимых пределов варьирования их в составах порохов и ТРТ.
16. Роль поверхностных явлений при изготовлении пороховых (топливных) масс баллиститного типа.
17. Основные требования к кристаллическим окислителям энергонасыщенных композитов и способы их подготовки при производстве порохов и ТРТ.
18. Применение оборотного водоснабжения при непрерывном производстве пороховых масс баллиститного типа.
19. Пример использования оборотного водоснабжения при изготовлении заданного состава.
20. Технологическая схема получения пороховой массы баллиститного типа с использованием гидродинамических аппаратов роторного типа.
21. Стадия отжима пороховой массы. Аппараты для отжима.
22. Аппаратурное оформление стадии дозирования компонентов.
23. Аппаратурное оформление стадии смешения компонентов.
24. Зависимость способов переработки пороховых (топливных) композиций от их реологических характеристик.
25. Аппаратурно-технологические особенности основных способов изготовления и переработки порохов и ТРТ.
26. Внутреннее трение пороховых (топливных) масс.
27. Внешнее трение пороховых (топливных) масс.
28. Виды брака при производстве порохов и ТРТ.
29. Методы предотвращения брака при производстве.
30. Возвратно-технологические отходы при производстве баллиститных порохов.
31. Пути повышения безопасности процессов изготовления порохов и ТРТ.
32. Основные требования к бронепокрытиям, промышленные методы бронирования ракетных порохов.
33. Отличительные особенности процессов сушки при производстве баллиститных порохов. Осцилляция. Термодиффузия.
34. Аппаратурное оформление фазы сушки.
35. Пути повышения безопасности процесса формования баллиститных ракетных твердых топлив.
36. Пути направленного регулирования внутреннего трения пороховых (топливных) масс.
37. Пути направленного регулирования внешнего трения пороховых (топливных) масс.
38. Роль поверхностных явлений при переработке пороховых (топливных) масс баллиститного типа.
39. Влияние реологических характеристик пороховых (топливных) масс на возможные виды брака при их переработке.

40. Роль диссипации энергии в процессах переработки баллиститных композиций.
41. Виды пресс-инструмента при формировании пороховых масс баллиститного типа. Коэффициент вытяжки.
42. Зависимость давления прессования от различных факторов.
43. Напорность шнек-пресса, способы ее регулирования.
44. Сравнение тепловыделения при вальцевании пороховых масс баллиститного типа на штатных вальц-аппаратах.
45. Физико-химические основы процесса вальцевания.
46. Технологические особенности периодического и непрерывного процессов вальцевания.
47. Возможные причины перехода горения в детонацию при переработке ПМБТ.
48. Рецептурно-конструктивные способы разрыва детонационной цепи по интенсивности и экстенсивности.
49. Нормальные напряжения при формировании пороховых масс баллиститного типа.
50. Способы регулирования величины присадки и расчета габаритов формирующего инструмента.
51. Влияние абсолютных значений параметров dp/dt , dP/dZ , dp/dZ , dD/dp на безопасность фазы формирования баллиститных порохов.
52. Принципы суперпозиции, математическое моделирование процессов формирования композиций.

Разделы 5 и 6. Примеры вопросов к контрольной работе № 4. Максимальная оценка – 5 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса: 2 балла за вопрос за первый вопрос, 3 балла за второй.

1. Отличительные особенности изготовления смесевых твердых топлив (СТТ) методом проходного прессования.
2. Примеры составов аэрозольных пожаротушащих композиций, назначение компонентов.
3. Особенности реологических и технологических свойств аэрозольобразующих пожаротушащих композиций.
4. Технологическая схема производства аэрозольобразующих пожаротушащих композиций.
5. Производство эластичных огнепроводных шнуров.
6. Физико-химические основы процессов производства сферических порохов.
7. Роль воды при изготовлении сферических порохов.
8. Производство дымного пороха.
9. Примеры составов дымных порохов, назначение компонентов.
10. Сгорающие гильзы, принципиальная схема их производства.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (8 семестр – экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса каждый по 10 баллов. Максимальное количество баллов за *экзамен* (8 семестр) – 40 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (8 семестр – экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса каждый по 10 баллов. Максимальное количество баллов за *экзамен* (8 семестр) – 40 баллов.

1. Основные типы порохов и твердых ракетных топлив (ТРТ).
2. Назначение компонентов, примерные составы ТРТ.
3. Блок-схема производства баллиститных порохов.
4. Технологические схемы непрерывного изготовления пироксилиновых порохов.
5. Аппаратурное оформление стадии обезвоживания при изготовлении пироксилиновых порохов.
6. Аппаратурное оформление стадии вымочки при изготовлении пироксилиновых порохов.
7. Физико-химические особенности пластификации нитратов целлюлозы при производстве баллиститных порохов (БП).
8. Физико-химические особенности пластификации нитратов целлюлозы при производстве пироксилиновых порохов (ПП).
9. Связующие различных энергонасыщенных композиций.
10. Физико-химические основы процессов стабилизации при получении и нитроэфирных пластификаторов.
11. Роль щелочного гидролиза при синтезе нитроэфиров и при решении экологических вопросов их производства.
12. Роль кислотного гидролиза при синтезе нитроэфиров и при решении экологических вопросов их производства.
13. Отличительные особенности изготовления смесевых твердых топлив (СТТ) методом проходного прессования.
14. Особенности реологических и технологических свойств аэрозольобразующих пожаротушающих композиций.
15. Пути направленного регулирования внешнего трения пороховых (топливных) масс.
16. Роль поверхностных явлений при переработке пороховых (топливных) масс баллиститного типа.
17. Влияние реологических характеристик пороховых (топливных) масс на возможные виды брака при их переработке.
18. Примеры составов дымных порохов, назначение компонентов.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и пример билетов для экзамена (8 семестр)

Экзамен по дисциплине "Технология переработки энергонасыщенных материалов" проводится в 8 семестре и включает контрольные вопросы по пяти разделам (2-6) учебной программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для экзамена:

"Утверждаю" Зав. кафедрой ХТВМС В.А. Петров " " _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева Кафедра ХТВМС Специальность 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий" Специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов и твёрдых ракетных топлив" Дисциплина: Химическая физика энергонасыщенных материалов
" " _____ 20__ г. Студент гр. И-45 _____ <i>Билет № 1</i> 1. Виды пресс-инструмента при формовании пороховых масс баллиститного и пироксилинового типов. Коэффициент вытяжки. 2. Технологические схемы переработки пороховых масс баллиститного типа. 3. Химизм процесса этерификации при получении НЭ. 4. Физико-химические основы процессов производства сферических порохов	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Базовая (фундаментальная) литература

1. Фиошина М.А., Русин Д.Л. Основы химии и технологии порохов и твердых ракетных топлив: учебное пособие; 2-е изд. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. – 264 с
2. Жегров Е.Ф., Милёхин Ю.М., Берковская Е.В. Химия и технология баллиститных порохов, твердых ракетных и специальных топлив. Т.1. Химия: Монография – М. РИЦ МГУП им. И. Федорова, 2011. – 400 с.

Б. Основная литература

1. Русин Д.Л. Основы комплексного модифицирования полимерных композитов, перерабатываемых проходным прессованием: учеб.пособие. М. РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2008. – 220 с.
2. Наум Ф. Нитроглицерин и нитроглицериновые взрывчатые вещества. ГХТИ ОНТИ, М.-Л., 1934. 390 с.
3. Тарасов А.П. Производство бездымных порохов. М.: Дом Техники, 1963, 300 с.
4. Русин Д.Л, Фиошина М.А., Введение в реологию полимерных материалов, Учебное пособие. М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1981. 80 с.

В. Дополнительная литература

1. Жегров Е. Ф. Технология порохов и твердых ракетных топлив в приложении к конверсионным программам. М.: Архитектура-С, 2006. 392 с.
2. Смирнов Л.А. Оборудование для производства баллиститных порохов по шнековой технологии и зарядов из них. М.: МГАХМ, 1997, 192 с.
3. Орлова Е.Ю., Химия и технология бризантных взрывчатых веществ. М.: Химия, 1973.
4. Горст А.Г. Пороха и взрывчатые вещества. М.: Машиностроение, 1972. – 186 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

– Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Физика горения и взрыва». ISSN: 0430-6228
- Журнал «Химическая технология». ISSN: 1992-9498
- Журнал «Химия и химическая технология». ISSN: 1992-9498
- Журнал "Боеприпасы. XXI век". ISSN: 2073-6649.
- Журнал "Боеприпасы и спецхимия". ISSN: 1995-154X.
- Propellants, Explosives and Pyrotechnics. ISSN: 1521-4087
- Journal of Propulsion and Power. ISSN: 0748-4658
- Journal of Rheology. ISSN: 0148-6055.

Рекламные материалы ведущих НИИ и заводов ОПК в области артиллерии, ракетной техники, порохов, твёрдых ракетных топлив, пиротехнических составов и средств.

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www.fcdt.ru>.
- <https://www.roscosmos.ru>.
- <http://www.npoiskra.ru>.
- <http://www.npoiskra.ru/upload/rkt.pdf>.
- <http://mzperm.ru/products/9>.
- <https://varvsn.mil.ru/folder/1855>.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 15 (общее число слайдов – 202);
- макеты боеприпасов и метательных зарядов – более 40;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 50);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 50).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 г. составляет 1 559 436 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине "Технология переработки энергонасыщенных материалов" проводятся в форме лекций, практических и лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающихся.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие места для студентов. Лабораторная установка для нитрации многоатомных спиртов, лаборатории для изготовления пороховых масс различных типов, лабораторные вальцы 100/100, гидравлический пресс для глухого прессования и универсальная машина ZD 10/90 для проходного прессования, установка для испытания образцов на прочность ИУСД, трибометр ТР-6М для определения внешнего трения композиций.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Образцы порохов, шашек твёрдого ракетного топлива, используемых в отечественных образцах вооружений.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебники и учебные пособия по дисциплине, справочные материалы, факультетская спецбиблиотека книжных изданий, журналов и диссертационных работ.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; справочные материалы в электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	4	Бессрочная
2.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	4	Бессрочная
3.	OriginPro 8.1 Department Wide License	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	4	Бессрочная
4.	Программный комплекс "REAL for Windows" для компьютерного моделирования сложных химических равновесий при высоком давлении и температуре, компьютеризированный справочник "ASTD for Windows" термодинамических свойств химических веществ и база данных "CompBase" энтальпий образования химических веществ (Программный комплекс "REAL").	Лицензионное соглашение № 00001. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ №2015614083 от 6.04.2015 г.	3	Бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Введение. Цели, задачи и основные разделы курса	<i>Знает:</i> - основные методы получения и требования к исходным продуктам; - требования по технике безопасности и охране труда.	Оценка за экзамен (8 семестр)
Раздел 2. Производство нитроэфиров	<i>Знает:</i> - основные методы получения и требования к исходным продуктам; - теоретические основы процессов нитрования многоатомных спиртов, кислотного и щелочного гидролиза нитроэфиров; - конструкции и принцип действия аппаратов, технологические режимы производства; - физико-химические процессы, протекающие при смешении компонентов и переработке масс; - технологические схемы производства НГЦ, порохов, твердых ракетных топлив и других композиционных полимерных материалов на основе целлюлозы и ее производных; - требования по технике безопасности и охране труда. <i>Умеет:</i> - решать экологические проблемы при производстве нитроэфирных пластификаторов; - рассчитывать характеристики процесса нитрации многоатомных спиртов; - определять параметры технологических процессов получения энергонасыщенных материалов. <i>Владеет:</i> - практическими навыками получения нитроглицерина и других нитратов многоатомных спиртов в лабораторных условиях.	Оценка за контрольную работу № 1 (8 семестр) Оценка за экзамен (8 семестр)

Раздел 3. Производство пироксилиновых порохов	<i>Знает:</i> - основные методы получения и требования к исходным продуктам; - теоретические основы процессов нитрования многоатомных спиртов, кислотного и щелочного гидролиза нитроэфиров; - конструкции и принцип действия аппаратов, технологические режимы производства; - физико-химические процессы, протекающие при смешении компонентов и переработке масс; - технологические схемы производства НГЦ, порохов, твердых ракетных топлив и других композиционных полимерных материалов на основе целлюлозы и ее производных; - требования по технике безопасности и охране труда. <i>Умеет:</i> - решать экологические проблемы при производстве порохов твердых ракетных топлив; - прогнозировать и регулировать эксплуатационные свойства порохов, ТРТ и полимерных композиционных материалов; - определять параметры технологических процессов получения энергонасыщенных материалов. <i>Владеет:</i> - практическими навыками получения порохов, твердых ракетных топлив и полимерных композиционных материалов в лабораторных условиях.	Оценка за контрольную работу №2 (8 семестр) Оценка за экзамен (8 семестр)
Раздел 4. Производство баллиститных порохов	<i>Знает:</i> - основные методы получения и требования к исходным продуктам; - теоретические основы процессов нитрования многоатомных спиртов, кислотного и щелочного гидролиза нитроэфиров; - конструкции и принцип действия аппаратов, технологические режимы производства; - физико-химические процессы, протекающие при смешении компонентов и переработке масс; - технологические схемы производства НГЦ, порохов, твердых ракетных топлив и других композиционных	Оценка за контрольную работу №3 (8 семестр) Оценка за экзамен (8 семестр)

	полимерных материалов на основе целлюлозы и ее производных; - требования по технике безопасности и охране труда. <i>Умеет:</i> - решать экологические проблемы при производстве порохов твердых ракетных топлив; - прогнозировать и регулировать эксплуатационные свойства порохов, твердых ракетных топлив и полимерных композиционных материалов; - определять параметры технологических процессов получения энергонасыщенных материалов. <i>Владеет:</i> - практическими навыками получения порохов, твердых ракетных топлив и полимерных композиционных материалов в лабораторных условиях; - практическими навыками определения механических и реологических характеристик порохов и твердых ракетных топлив.	
Раздел 5. Сгорающие гильзы	<i>Знает:</i> - основные методы получения и требования к исходным продуктам; - конструкции и принцип действия аппаратов, технологические режимы производства; - технологические схемы производства порохов, твердых ракетных топлив и других композиционных полимерных материалов на основе целлюлозы и ее производных; - требования по технике безопасности и охране труда. <i>Умеет:</i> - решать экологические проблемы при производстве порохов и твердых ракетных топлив; - определять параметры технологических процессов получения энергонасыщенных материалов. <i>Владеет:</i> - практическими навыками получения порохов, твердых ракетных топлив и полимерных композиционных материалов в лабораторных условиях.	Оценка за контрольную работу №4 (8 семестр) Оценка за экзамен (8 семестр)

Раздел 6. Конверсионные производства	<i>Знает:</i> - основные методы получения и требования к исходным продуктам; - конструкции и принцип действия аппаратов, технологические режимы производства; - физико-химические процессы, протекающие при смешении компонентов и переработке масс; - технологические схемы производства НГЦ, порохов, твердых ракетных топлив и других композиционных полимерных материалов на основе целлюлозы и ее производных; - требования по технике безопасности и охране труда. <i>Умеет:</i> - Прогнозировать и регулировать эксплуатационные свойства порохов, твердых ракетных топлив и полимерных композиционных материалов; - определять параметры технологических процессов получения энергонасыщенных материалов. <i>Владеет:</i> - практическими навыками получения порохов, твердых ракетных топлив и полимерных композиционных материалов в лабораторных условиях.	Оценка за контрольную работу №4 (8 семестр) Оценка за экзамен (8 семестр)

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
"Технология переработки энергонасыщенных материалов"
основной образовательной программы**

18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий"
(Код и наименование специальности)

**Специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов
и твердых ракетных топлив"**
(Наименование ООП)

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание изменения/дополнения	Основание внесения изменения/дополнения
1.	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения	протокол заседания Ученого совета № 1 от 30 августа 2019 г.
2.	Изменения в части обновления договоров электронных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 2 от 30 сентября 2019 г.
3.	Изменения в части использования ЭО и ДОТ при реализации основных профессиональных образовательных программ	пр. ректора № 163-А от 16 марта 2020 г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева"

"УТВЕРЖДЕНО"

на заседании Учёного совета.

Протокол № 1 от 29 августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

"Технология смесевых энергонасыщенных материалов"

Специальность 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных
материалов и изделий"

Специализация "Химическая технология полимерных композиций,
порохов и твердых ракетных топлив"

Квалификация "Инженер"

Москва 2024 г.

Программа составлена:

к.т.н., доцентом кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений
Д.И. Лямкиным

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д.И. Менделеева 18 июня 2024 г., протокол № 15.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий", специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов и твёрдых ракетных топлив" (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина "Технология смесевых энергонасыщенных материалов" относится к дисциплинам специализации обязательной части учебного плана (Б1.О.40.04). Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области поверхностных явлений и дисперсных систем, физической химии, процессов и аппаратов, а также физики и химии полимеров, теории технологических процессов.

Цель дисциплины – ознакомление обучающихся с общими принципами создания и современными требованиями к смесевым энергонасыщенным материалам, используемых в режиме детонации - смесевым взрывчатым веществам, их компонентной базой, составом, технологиями получения, физико-химическими и взрывчатыми свойствами, в приобретении специалистами знаний, умений, владений и в формировании компетенций в области создания и переработки смесевых энергонасыщенных материалов, их компонентной базы, составом, рациональными технологиями получения, физико-химическими реологическими и механическими свойствами, а также с принципами их использования в военных и мирных целях.

Задачи дисциплины – формирование у обучающихся системных углубленных знаний в области получения и переработки смесевых энергонасыщенных материалов; понимания концепции и перспективных направлений интенсификации и повышения эффективности производства смесевых энергонасыщенных материалов; представлений о современных подходах к оценке технологических свойств и качества продукции.

Дисциплина "Технология смесевых энергонасыщенных материалов" преподаётся в 9 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения.

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Направленность (профиль), специализация: Химическая технология полимерных композиций, порохов и твердых ракетных топлив				
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
- Участие в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах (далее - НИОКР), направленных на совершенствование получения и использования энергонасыщенных материалов и изделий и изучение их свойств; - разработка программ, методик, технических средств для проведения исследований свойств существующих и новых энергонасыщенных материалов и изделий; - обработка и анализ результатов экспериментальных	Индивидуальные и смесевые энергонасыщенные материалы и изделия на их основе; расчетные методы прогнозирования энергетических характеристик энергонасыщенных материалов; методы и приборы для исследования и оценки эффективности и практической пригодности энергонасыщенных материалов и изделий.	ПК- 1 Способен изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований, применять современные методы исследования, планировать и проводить необходимый эксперимент, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты с использованием современных методов обработки данных, представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и	ПК-1.1 Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно- технической информации, современные подходы к научному исследованию, экспериментальные методы и их приборное и аппаратное оформление, методы и алгоритмы для корректного анализа и обработки результатов научных исследований;	26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: разработки, проектирования, наладки, эксплуатации и совершенствования средств, методов получения и способов применения энергонасыщенных материалов и изделий; промышленного и опытного производства индивидуальных и смесевых энергонасыщенных материалов, исходных и промежуточных продуктов для их получения; промышленного и опытного производства изделий на основе энергонасыщенных материалов; эксплуатации и хранения энергонасыщенных материалов; надзора в области промышленной безопасности при получении и использовании
			ПК-1.2 Умеет осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий; использовать современные оборудование и приборы для проведения необходимых	

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
исследований, формулирование выводов, подготовка отчетов и публикаций о результатах исследований, защита интеллектуальной собственности; - участие во внедрении результатов НИОКР; - поиск и анализ научно-технической информации в области энергонасыщенных материалов и изделий с целью научно-практической и патентной поддержки проводимых исследований;		публичных обсуждений, формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований.	экспериментальных исследований; оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада;	энергонасыщенных материалов и изделий). Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда; обобщение отечественного и зарубежного опыта. Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н, Обобщенная трудовая функция В. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем. В /02.6. Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований (уровень квалификации – 6).
			ПК-1.3 Владеет навыками изучения и обобщения научно-технической информации по тематике исследований; современными методами обработки данных; принципами разработки экспериментальных методик и программ для проведения научных исследований; практическими навыками применения современного оборудования и приборов; приемами обработки, анализа и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов.	

Тип задач профессиональной деятельности: технологический				
Организация эффективного и безопасного ведения технологических процессов получения энергонасыщенных материалов и изделий; выполнение инженерных расчетов, обеспечивающих проведение существующего технологического процесса или внесения в него необходимых дополнений и изменений; разработка мероприятий по обеспечению требуемого качества продукции, контролю над их выполнением, по предупреждению и устранению случаев нарушения технологического регламента; организация и участие в испытаниях готовой продукции; контроль над соблюдением	Технологические процессы получения энергонасыщенных материалов и изделий; методы и приборы для исследования и оценки эффективности и практической пригодности энергонасыщенных материалов и изделий; оборудование для производства и переработки энергонасыщенных материалов и изделий.	ПК-2 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для контроля его основных параметров, норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, свойств сырья и готовой продукции, проверять техническое состояние оборудования, организовывать его профилактические осмотры; готов к обеспечению требований по техническому регулированию, к освоению и эксплуатации нового оборудования, обеспечению технологической безопасности.	ПК-2.1 Знает порядок организации, планирования и проведения технологического процесса; основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции; основные процессы и аппараты химической технологии, методы расчета деталей и узлов машин и аппаратов химической технологии; основные особенности проектирования предприятий по производству энергонасыщенных материалов, принципы выбора схемы производства; основы технического регулирования, меры обеспечения технологической безопасности;	26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: разработки, проектирования, наладки, эксплуатации и совершенствования средств, методов получения и способов применения энергонасыщенных материалов и изделий; промышленного и опытного производства индивидуальных и смесевых энергонасыщенных материалов, исходных и промежуточных продуктов для их получения; промышленного и опытного производства изделий на основе энергонасыщенных материалов; эксплуатации и хранения энергонасыщенных материалов; надзора в области промышленной безопасности при получении и использовании энергонасыщенных материалов и изделий). Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда; обобщение отечественного и зарубежного опыта. Профессиональный стандарт
			ПК-2.2 Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции; оценить и интерпретировать полученные результаты; производить расчеты по основным критериям работоспособности и конструирования оборудования и аппаратов	

технологической дисциплины, разбор случаев ее нарушения и анализ вызывающих их причин; подготовка и корректировка технологической документации; участие в проведении опытных работ по внедрению новых рецептур, методик, освоению новых стандартов, новых приборов; анализ расхода сырья и материалов, разработка мероприятий по их экономии и энергосбережению; участие в разработке мероприятий по снижению аварийности, травматизма и профессиональной заболеваемости, по механизации и автоматизации процессов.			химической технологии с учетом требований по техническому регулированию;	40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н, Обобщенная трудовая функция В. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем. В /02.6. Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований (уровень квалификации – 6).
			ПК-2.3 Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции, навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом; методологией расчета основных параметров технологических процессов; навыками конструирования и проектирования аппаратов и оборудования химической технологии, по выбору технологической схемы производства энергонасыщенных материалов; навыками использования основных инструментов и правил технического регулирования и управления качеством, стандартизации и сертификации продуктов и изделий.	
		ПК-5 Способен применять знания по химии и технологии полимерных композиций, порохов и ТРТ различных типов и их отдельных компонентов для управления технологическим	ПК-5.1 Знает теоретические основы процессов нитрования; основные методы и технологические процессы получения полимерных композиций, порохов и ТРТ различных типов; основные принципы выбора компонентов для создания новых полимерных композитов, энергонасыщенных материалов и технологических процессов их	

		процессом, прогнозирования и регулирования основных эксплуатационных свойств, постановки задач по исследованию и проектированию технологии новых энергонасыщенных материалов и изделий	производства; аппаратное оформление процессов получения энергонасыщенных материалов различных типов; ПК-5.2 Умеет получать основные типы порохов и ТРТ; исследовать основные свойства и прогнозировать потенциальные области применения новых энергонасыщенных материалов различных типов; предлагать рецептуры составов для определённой области применения; прогнозировать пути совершенствования технологий получения и новые области применения энергонасыщенных материалов; ПК-5.3 Владеет актуальной информацией по организации и объёму производства порохов и ТРТ различных типов, исходных компонентов в России и за рубежом; навыками изучения и обобщения информации в области химической технологии артиллерийских порохов, твёрдых ракетных топлив баллистического и смесового типа.	

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- теоретические основы построения составов энергоемких смесевых материалов;
- принципы подбора компонентов и зависимость важнейших свойств энергоемких смесевых материалов от природы и соотношения компонентов, плотности и структуры заряда, от внешних условий;
- технологии производства, снаряжения и применения, физико-химические и реологические свойства применяемых энергоемких смесевых материалов, пути их совершенствования;
- состав и важнейшие свойства смесевых энергонасыщенных материалов наиболее часто применяемых в промышленных, военных и технических целях;
- системы классификации производимых промышленностью смесевых изделий;

Уметь:

- анализировать информацию об энергоемких смесевых материалах, определять их область применения в зависимости от состава, а также предлагать рецептуры составов для определённой области применения;
- прогнозировать пути совершенствования энергоемких смесевых материалов в плане эффективности, экономичности и безопасности по компонентной базе, составу, структуре, технологиям получения, снаряжения, применения;

Владеть:

- навыками расчета важнейших характеристик и знанием методов экспериментального определения характеристик смесевых энергонасыщенных материалов, входящих в технические требования на готовую продукцию;
- современной информацией по компонентам, рецептурам, технологиям получения и областям применения смесевых энергонасыщенных материалов в России и за рубежом;
- навыками изучения, обобщения и анализа информации по вопросам, связанным с совершенствованием технологии получения смесевых энергонасыщенных материалов.

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объём дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	9	324	243
Контактная работа – аудиторные занятия:	4	144	108
в том числе в форме практической подготовки	1,89	68	51
Лекции	1,78	64	48
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16	12
в том числе в форме практической подготовки	0,33	12	9
Лабораторные работы (ЛР)	1,78	64	48
в том числе в форме практической подготовки	1,56	56	42
Самостоятельная работа	4	144	108
Контактная самостоятельная работа	4	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		144	108
в том числе в форме практической подготовки	1	36	27
Виды контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
Вид итогового контроля:		Экзамен	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий для студентов очного отделения

№ п/п	Название раздела	Академ. часов							
		Всего	Лекции	Лаб. работы	В т.ч. в форме пр. подг.	Практ. работы	В т.ч. в форме пр. подг.	Самост. работа	В т.ч. в форме пр. подг.
1.	Раздел 1. Подготовка исходных компонентов, пресс-формы, технологической оснастки и корпуса двигателя.	54	12			2	2	40	10
1.1	Введение	12	4					8	2
1.2	Подготовка порошкообразных компонентов	22	4			2	2	16	4
1.3	Подготовка полимерных связующих и горючих веществ.	10	2					8	2
1.4	Подготовка пресс-формы технологической оснастки и корпуса двигателя.	10	2					8	2
2.	Раздел 2. Получение топливной массы	102	26	30	26	6	5	40	10
2.1	Получение низковязких топливных масс для переработки методом свободного литья.	58	12	20	16	2	2	24	7
2.2	Непрерывные способы получения топливных масс.	44	14	10	10	4	3	16	3
3.	Раздел 3. Технологические процессы формования и отверждения изделий	88	14	34	30	8	5	32	8
3.1	Формование изделий	38	6	12	10	4	2	16	4
3.2	Отверждение и охлаждение изделий.	50	8	22	20	4	3	16	4
4.	Раздел 4. Завершающие операции	44	12					32	8
4.1	Контроль качества изделий.	32	8					24	6
4.2	Экологические проблемы при производстве смесевых материалов	12	4					8	2
	ИТОГО	288	64	64	56	16	12	144	36
	Экзамен	36							
	ИТОГО	324							

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Подготовка исходных компонентов, пресс-формы, технологической оснастки и корпуса двигателя. Получение топливной массы

1.1 Введение. Предмет и содержание курса. Принципы создания и компоновки наполненных композиций. Классификация химических ракетных топлив и порохов и ее взаимосвязь со способами производства. Основные требования, предъявляемые рациональному способу производства твердых ракетных топлив. Специфические отличия от производства других полимерных композиционных материалов.

Смесевые твердые топлива— высоконаполненные энергетически активные полимерные системы. Типовые составы. Назначение компонентов, их роль в формировании наполненных композиций с заданным комплексом свойств. Состояние и перспективы разработок и производства в России и за рубежом. Основные преимущества и недостатки по сравнению с порохами баллистического типа. Принципиальные блок-схемы производства композиций.

1.2. Подготовка порошкообразных компонентов.

Получение и подготовка окислителей. Основные виды окислителей. Основные требования к окислителям. Специальные требования к окислителям по гранулометрическому составу, форме частиц и характеру поверхности, влажности. Диффузия внутрикристаллической влаги из кристаллов различного размера. Гигроскопичность, слеживаемость, скорость влагопоглощения частиц различной дисперсности. Электризуемость и воспламеняемость воздушных взвесей. Технологические схемы производства перхлората аммония. Инженерные методы расчета оптимального гранулометрического состава. Рабочая смесь порошков (РСП). Блок схемы приготовления РСП и их совершенствование. Основные аппараты и их характеристики. Дробление, сушка, измельчение, фракционирование, смешение фракций, хранение РСП. Пути повышения воспроизводимости характеристик РСП. Транспортировка РСП.

1.3. Подготовка полимерных связующих и горючих веществ.

Основные требования к горючим-связующим как компонентам СРТТ. Смешение каучука с пластификаторами, вакуумирование. Назначение операции и основные фазы. Преимущества предварительного изготовления пасты. Периодический способ подготовки связующего с использованием планетарных смесителей.

1.4. Подготовка пресс-формы технологической оснастки и корпуса двигателя.

Основные типы технологической оснастки. Типовые рецептуры антиадгезионных покрытий и способы их нанесения на поверхность прессформы и технологической оснастки. Назначение защитно-крепящего слоя (ЗКС). Типовые составы. Нанесение ЗКС на внутреннюю поверхность корпуса двигателя. Контроль качества покрытия.

Раздел 2. Получение топливной массы

2.1. Получение низковязких топливных масс для переработки методом свободного литья.

Назначение операции и основные физико-химические процессы, протекающие при смешении компонентов. Оценка качества смешения. Схемы и принцип действия планетарных смесителей, двухвальных смесителей с Z- образными мешалками типа Вернер-Пфлейдерер, объемных барабанных смесителей гравитационного типа (С-5). Механизм смешения в барабанном смесителе. Технологическая схема получения массы и ее переработки методом свободного литья.

2.2. Непрерывные схемы получения топливных масс.

Особенности переработки топливных масс методом литья под давлением на установке СНД-500. Характеристики и назначение предварительного и вакуумного смесителей. Достоинства и недостатки данного способа смешения. Варианты заполнения изложницы в методе литья под давлением. Принципиальная схема получения топливной

массы с использованием рабочего узла пневматического смесителя типа «труба в трубе». Достоинства и недостатки данного способа смешения. Особенности непрерывной схемы получения топливных масс по методу «быстрого смешения» с использованием промежуточного инертного носителя. Требования к жидкому носителю.

Раздел 3. Технологические процессы формования и отверждения изделий

3.1. Формование изделий.

Особенности реологических свойств топливных композиций. Влияние природы полимерного связующего, молекулярной массы полимера, содержания пластификатора и наполнителя. Влияние ПАВ на реологические свойства наполненных композиций. Влияние наполнителя на процесс отверждения. Понятие «живучести». Влияние температуры и времени переработки на реологические свойства композиций. Варианты заполнения изложниц топливной массой.

3.2. Отверждение и охлаждение изделий.

Назначение операции. Химические и физико-химические процессы протекающие при отверждении высоконаполненных композиций. Методы контроля завершенности процесса отверждения. Назначение и принцип действия приборов РК ОП и РОП. Математическое описание процесса отверждения. Определение кинетических параметров процесса отверждения с использованием неразрушающих методов контроля. Особенности охлаждения изделий. Оптимизация процесса охлаждения.

Раздел 4. Завершающие операции

4.1. Контроль качества изделий

Распрессовка и извлечение изделий из пресс-формы. Особенности механической обработки изделий. Основные методы бронирования вкладных изделий. Контроль качества изделий. Возможные виды брака и причины их возникновения. Основные неразрушающие методы контроля качества изделий. Разновидности радиационного контроля сплошности изделий. Радиометрический и рентгенографический методы контроля. Акустический контроль с использованием ультразвуковых методов.

4.2. Экологические проблемы при производстве смесевых материалов.

Предельно допустимые концентрации токсичных веществ в производственных помещениях и сточных водах. Способы очистки сточных вод. Особенности регенерации компонентов с целью создания безотходной технологии.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:				
1.	– теоретические основы построения составов энергоёмких смесевых материалов;	+			
2.	– принципы подбора компонентов и зависимость важнейших свойств энергоёмких смесевых материалов от природы и соотношения компонентов, плотности и структуры заряда, от внешних условий;	+	+	+	
3.	– технологии производства, снаряжения и применения, физико-химические и реологические свойства применяемых энергоёмких смесевых материалов, пути их совершенствования;		+	+	+
4.	– состав и важнейшие свойства смесевых энергонасыщенных материалов наиболее часто применяемых в промышленных, военных и технических целях;	+			
5.	– системы классификации производимых промышленностью смесевых изделий;		+		
	Уметь:				
6.	– анализировать информацию об энергоёмких смесевых материалах, определять их область применения в зависимости от состава, а также предлагать рецептуры составов для определённой области применения;	+	+	+	
7.	– прогнозировать пути совершенствования энергоёмких смесевых материалов в плане эффективности, экономичности и безопасности по компонентной базе, составу, структуре, технологиям получения, снаряжения, применения;	+	+	+	+
	Владеть:				
8.	– навыками расчета важнейших характеристик и знанием методов экспериментального определения характеристик смесевых энергонасыщенных материалов, входящих в технические требования на готовую продукцию;	+	+		
9.	– современной информацией по компонентам, рецептурам, технологиям получения и областям применения смесевых энергонасыщенных материалов в России и за рубежом;	+	+	+	+
10.	– навыками изучения, обобщения и анализа информации по вопросам, связанным с совершенствованием технологии получения смесевых энергонасыщенных материалов.	+	+	+	+

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:						
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК				
11.	ПК- 1 Способен изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований, применять современные методы исследования, планировать и проводить необходимый эксперимент, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты с использованием современных методов обработки данных, представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований.	ПК-1.1 Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно- технической информации, современные подходы к научному исследованию, экспериментальные методы и их приборное и аппаратное оформление, методы и алгоритмы для корректного анализа и обработки результатов научных исследований;	+	+	+	
12.		ПК-1.2 Умеет осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий; использовать современное оборудование и приборы для проведения необходимых экспериментальных исследований; оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада;	+	+		

13.		ПК-1.3 Владеет навыками изучения и обобщения научно-технической информации по тематике исследований; современными методами обработки данных; принципами разработки экспериментальных методик и программ для проведения научных исследований; практическими навыками применения современного оборудования и приборов; приемами обработки, анализа и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов.		+	+	
14.	ПК-2 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для контроля его основных параметров, норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, свойств сырья и готовой продукции, проверять техническое состояние оборудования, организовывать его профилактические осмотры; готов к обеспечению требований по техническому регулированию, к освоению и эксплуатации нового оборудования,	ПК-2.1 Знает порядок организации, планирования и проведения технологического процесса; основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции; основные процессы и аппараты химической технологии, методы расчета деталей и узлов машин и аппаратов химической технологии; основные особенности проектирования предприятий по производству энергонасыщенных материалов, принципы выбора схемы производства; основы технического регулирования, меры обеспечения технологической безопасности;	+	+	+	+

15.	обеспечению технологической безопасности.	ПК-2.2 Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции; оценить и интерпретировать полученные результаты; производить расчеты по основным критериям работоспособности и конструирования оборудования и аппаратов химической технологии с учетом требований по техническому регулированию;	+			
16.		ПК-2.3 Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции, навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом; методологией расчета основных параметров технологических процессов; навыками конструирования и проектирования аппаратов и оборудования химической технологии, по выбору технологической схемы производства энергонасыщенных материалов; навыками использования основных инструментов и правил технического регулирования и управления качеством, стандартизации и сертификации продуктов и изделий.		+	+	

17.	ПК-5 Способен применять знания по химии и технологии полимерных композиций, порохов и ТРТ различных типов и их отдельных компонентов для управления технологическим процессом, прогнозирования и регулирования основных эксплуатационных свойств, постановки задач по исследованию и проектированию технологии новых энергонасыщенных материалов и изделий	ПК-5.1 Знает теоретические основы процессов нитрования; основные методы и технологические процессы получения полимерных композиций, порохов и ТРТ различных типов; основные принципы выбора компонентов для создания новых полимерных композитов, энергонасыщенных материалов и технологических процессов их производства; аппаратное оформление процессов получения энергонасыщенных материалов различных типов;	+	+	+	+
18.		ПК-5.2 Умеет получать основные типы порохов и ТРТ; исследовать основные свойства и прогнозировать потенциальные области применения новых энергонасыщенных материалов различных типов; предлагать рецептуры составов для определённой области применения; прогнозировать пути совершенствования технологий получения и новые области применения энергонасыщенных материалов;	+	+	+	+
19.		ПК-5.3 Владеет актуальной информацией по организации и объёму производства порохов и ТРТ различных типов, исходных компонентов в России и за рубежом; навыками изучения и обобщения информации в области химической технологии артиллерийских порохов, твёрдых ракетных топлив баллистического и смесового типа.	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Практическое занятие 1. Влияние степени дисперсности и формы частиц наполнителя на свойства композиций; способы достижения заданного гранулометрического состава и формы частиц. Технологические схемы подготовки окислителя. Сравнительные характеристики аппаратов. Подготовка связующих и горючих веществ. Подготовка пресс-форм, корпусов и технологической оснастки.	2
2	2	Практическое занятие 2 Технологические схемы получения массы методом свободного литья. Основные аппараты, процессы и их параметры	2
3	2	Практическое занятие 3 Технологическая схема получения массы и ее переработки методом литья под давлением. Основные аппараты, процессы и их параметры	2
4	2	Практическое занятие 4 Особенности непрерывных технологических схем получения топливных масс	4
5	3	Практическое занятие 5 Основные факторы, влияющие на процесс слива т.м. из аппарата типа С-5 в изложницу оптимизация процессов и способы, позволяющие предотвратить капсуляцию воздуха в изделиях. Влияние конструкции входного узла и реологических свойств массы на ее течение в изложнице при формовании изделий методом литья под давлением.	4
6	3	Практическое занятие 6 Назначение операции отверждения изделий и физико-химические процессы, протекающие на этой стадии. Основные факторы, влияющие на формирование структуры и физико-механических свойств изделий. Оптимальные условия отверждения. Математическая модель процесса отверждения изделий и ее практическое применение.	4

6.2 Лабораторные занятия

Примерные темы лабораторных занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	2	Исследование влияния концентрации и природы наполнителя на реологические свойства полимерных композиций.	6
2	2	Смешение наполненных полимерных композиций. Исследование влияния температуры и времени переработки.	6
3	2	Регулирование реологических свойств наполненных композиций с помощью поверхностно-активных веществ	6
4	2,3	Исследование кинетических закономерности ранних стадий отверждения на реовискометре Гепплера	6
5	3	Макрокинетика отверждения наполненных полимерных композиций на приборе РК ОП	6
6	3	Оценка напряженно-деформированного состояния готовых изделий	6

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- поиск и изучение интернет-ресурсов по тематике дисциплины;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- подготовку к сдаче экзамена (9 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитические работы по дисциплине не предусмотрены.

8.2 Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля в 9 семестре предусмотрено 2 контрольных работы (1-Разделы 1,2; 2-разделы 3-4). Максимальная оценка за контрольные работы по 15 баллов за каждую по 7,5 баллов за вопрос. 30 баллов отводятся на лабораторные работы.

Разделы 1, 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса по 7,5 баллов за вопрос.

Вопрос 1.1.

1. Принципы создания и компоновки смесевых наполненных композиций
2. Принципиальные блок-схемы производства смесевых композиций

Вопрос 1.2.

1. Основные требования, предъявляемые рациональному способу производства твердых ракетных топлив
2. Назначение операции и основные физико-химические процессы, протекающие при смешении компонентов. Оценка качества смешения

Вопрос 1.3.

1. Классификация химических ракетных топлив и порохов и ее взаимосвязь со способами производства
2. Инженерные методы расчета оптимального гранулометрического состава наполнителей.

Вопрос 1.4.

1. Назначение компонентов смесевых композиций, их роль в формировании наполненных композиций с заданным комплексом свойств
2. Технологическая схема получения массы и ее переработки методом свободного литья.

Вопрос 1.4.

1. Типовые составы смесевых композиций
2. Схемы и принцип действия планетарных смесителей, двухвальных смесителей с Z-образными мешалками типа Вернер-Пфлейдерер

Вопрос 1.5.

1. Состояние и перспективы разработок и производства смесевых энергонасыщенных материалов в России и за рубежом
2. Схемы и принцип действия объемных барабанных смесителей гравитационного типа.

Вопрос 1.5.

1. Основные преимущества и недостатки смесевых композиций по сравнению с порохами баллистического типа
2. Специальные требования к окислителям по гранулометрическому составу, форме частиц и характеру поверхности, влажности

Вопрос 1.6.

1. Инженерные методы расчета оптимального гранулометрического состава наполнителей
2. Рабочая смесь порошков (РСП). Блок схемы приготовления РСП и их совершенствование

Вопрос 1.7.

1. Технологические схемы производства окислителя
2. Периодический способ подготовки полимерного связующего с использованием планетарных смесителей.

Вопрос 1.8.

1. Принципиальные блок-схемы производства смесевых композиций.
2. Назначение компонентов смесевых композиций, их роль в формировании наполненных композиций с заданным комплексом свойств.

Вопрос 1.9.

1. Принципы создания и компоновки наполненных композиций
2. Получение и подготовка окислителей.

Вопрос 1.10.

1. Основные типы технологической оснастки.
2. Механизм смешения в барабанном смесителе гравитационного типа.

Вопрос 1.11.

1. Типовые составы смесевых композиций.
2. Основные аппараты изготовления РСП и их характеристики

Вопрос 1.12.

1. Основные требования к горючим-связующим как компонентам смесевых композиций
2. Назначение операции и основные физико-химические процессы, протекающие при смешении компонентов. Оценка качества смешения

Вопрос 1.13.

1. Смешение каучука с пластификаторами, вакуумирование. Назначение операции и основные фазы.
2. Особенности переработки топливных масс методом литья под давлением на установке СНД-500

Вопрос 1.14.

1. Характеристики и назначение предварительного и вакуумного смесителей на установке СНД
2. Специальные требования к окислителям по гранулометрическому составу, форме частиц и характеру поверхности, влажности.

Вопрос 1.15.

1. Основные преимущества и недостатки смесевых композиций по сравнению с порошками баллистического типа
2. Периодический способ подготовки связующего с использованием планетарных смесителей.

Вопрос 1.16.

1. Рабочая смесь порошков (РСП). Блок схемы приготовления РСП и их совершенствование
2. Периодический способ подготовки связующего с использованием планетарных смесителей.

Вопрос 1.17.

1. Принципиальные блок-схемы производства смесевых композиций.
2. Типовые рецептуры антиадгезионных покрытий и способы их нанесения на поверхность прессформы и технологической оснастки.

Вопрос 1.18.

1. Основные аппараты приготовления РСП и их характеристики
2. Основные требования к окислителям как компонентам смесевых энергонасыщенных материалов.

Вопрос 1.19.

1. Технологическая схема получения массы и ее переработки методом свободного литья.
2. Основные требования к окислителям как компонентам смесевых энергонасыщенных материалов.

Вопрос 1.20.

1. Инженерные методы расчета оптимального гранулометрического состава наполнителей.
2. Схемы и принцип действия планетарных смесителей, двухвальных смесителей с Z-образными мешалками типа Вернер-Пфлейдерер,

Вопрос 1.21.

1. Типовые составы смесевых композиций.
2. Технологическая схема получения массы и ее переработки методом свободного литья.

Вопрос 1.22.

1. Назначение операции и основные физико-химические процессы, протекающие при смешении компонентов. Оценка качества смешения
2. Технологические схемы производства окислителя.

Вопрос 1.23.

1. Периодический способ подготовки связующего с использованием планетарных смесителей.
2. Технологическая схема получения массы и ее переработки методом свободного литья.

Вопрос 1.24.

1. Нанесение защитно-крепящего слоя на внутреннюю поверхность корпуса двигателя. Контроль качества покрытия.
2. Специальные требования к окислителям по гранулометрическому составу, форме частиц и характеру поверхности, влажности.

Вопрос 1.25.

1. Назначение компонентов смесевых композиций, их роль в формировании наполненных композиций с заданным комплексом свойств.
2. Основные аппараты приготовления РСП и их характеристики

Вопрос 1.26.

1. Основные типы технологической оснастки.
2. Достоинства и недостатки способа литья под давлением

Вопрос 1.27.

1. Состояние и перспективы разработок и производства смесевых энергонасыщенных материалов в России и за рубежом
2. Принципиальная схема получения топливной массы с использованием пневматического смесителя типа «труба в трубе». Достоинства и недостатки данного способа смешения.

Вопрос 1.28.

1. Нанесение защитно – крепящего слоя на внутреннюю поверхность корпуса двигателя. Контроль качества покрытия.
2. Особенности переработки топливных масс методом литья под давлением на установке СНД-500.

Вопрос 1.29.

1. Технологическая схема получения массы и ее переработки методом свободного литья.
2. Основные требования, предъявляемые рациональному способу производства твердых ракетных топлив

Вопрос 1.30.

1. Технологическая схема получения массы и ее переработки методом свободного литья.
2. Основные требования к горючим-связующим

Вопрос 1.31.

1. Непрерывный способ подготовки связующего
2. Особенности непрерывной схемы получения топливных масс по методу «быстрого смешения» с использованием промежуточного инертного носителя. Требования к жидкому носителю.

Вопрос 1.32.

1. Основные преимущества и недостатки смесевых композиций по сравнению с порохами баллистического типа.
2. Схемы и принцип действия планетарных смесителей, двухвальных смесителей с Z-образными мешалками типа Вернер-Пфлейдерер,

Вопрос 1.33.

1. Схемы и принцип действия объемных барабанных смесителей гравитационного типа.
2. Классификация химических ракетных топлив и порохов и ее взаимосвязь со способами производства

Вопрос 1.34.

1. Периодический способ подготовки связующего с использованием планетарных смесителей
2. Принципиальная схема получения топливной массы с использованием пневматического смесителя типа «труба в трубе». Достоинства и недостатки данного способа смешения.

Вопрос 1.35.

1. Основные преимущества и недостатки смесевых композиций по сравнению с порохами баллистического типа.
2. Технологическая схема получения массы и ее переработки методом свободного литья.

Вопрос 1.36.

1. Инженерные методы расчета оптимального гранулометрического состава наполнителей
2. Схемы и принцип действия планетарных смесителей, двухвальных смесителей с Z-образными мешалками типа Вернер-Пфлейдерер,

Вопрос 1.37.

1. Назначение компонентов смесевых композиций, их роль в формировании наполненных композиций с заданным комплексом свойств.
2. Типовые рецептуры антиадгезионных покрытий и способы их нанесения на поверхность прессформы и технологической оснастки.

Вопрос 1.38.

1. Основные требования, предъявляемые рациональному способу производства твердых ракетных топлив.
2. Технологическая схема получения массы и ее переработки методом свободного литья.

Вопрос 1.39.

1. Специфические отличия производства твердых ракетных топлив от производства других полимерных композиционных материалов.
2. Принципиальная схема получения топливной массы с использованием пневматического смесителя типа «труба в трубе». Достоинства и недостатки данного способа смешения

Вопрос 1.40.

1. Назначение компонентов смесевых композиций, их роль в формировании наполненных композиций с заданным комплексом свойств.
2. Рабочая смесь порошков (РСП). Блок схемы приготовления РСП и их совершенствование.

Разделы 3, 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса по 7,5 баллов за вопрос.

Вопрос 2.1.

1. Варианты заполнения изложницы в методе литья под давлением, влияние конструкции входного узла.
2. Понятие «живучести», жизнеспособности топливных композиций

Вопрос 2.2.

1. Химические и физико-химические процессы протекающие при отверждении высоконаполненных композиций.
2. Назначение операции бронирования. Требования к бронепокрытию.

Вопрос 2.3.

1. Влияние ПАВ на реологические и механические свойства наполненных композиций.
2. Назначение и принцип действия приборов РКОП и РОП.

Вопрос 2.4.

1. Методы контроля завершенности процесса отверждения
2. Процессы протекающие при сливе топливных композиций

Вопрос 2.5.

1. Математическое описание процесса отверждения.
2. Варианты заполнения изложниц.

Вопрос 2.6.

1. Понятие «живучести», жизнеспособности топливных композиций
2. Определение кинетических параметров процесса отверждения с использованием неразрушающих методов контроля.

Вопрос 2.7.

1. Основной выходной параметр изделия, скрепленного со стенками корпуса и способы его регулирования.
2. Оптимизация процесса слива

Вопрос 2.8.

1. Особенности охлаждения изделий различных типов
2. Назначение операции бронирования. Требования к бронепокрытию.

Вопрос 2.9.

1. Система регулирования слива
2. Особенности охлаждения изделий различных типов

Вопрос 2.10.

1. Химические и физико-химические процессы протекающие при отверждении высоконаполненных композиций.
2. Способы обеспечения оптимального давления в изложнице при отверждении изделий

Вопрос 2.11.

1. Основной выходной параметр изделия, скрепленного со стенками корпуса и способы его регулирования
2. Понятие «живучести», жизнеспособности топливных композиций

Вопрос 2.12.

1. Распрессовка и извлечение изделий из пресс-формы.
2. Предельно допустимые концентрации токсичных веществ в производственных помещениях и сточных водах

Вопрос 2.13.

1. Основные причины отслоения бронепокровов от изделий и меры по их предотвращению.
2. Способы обеспечения оптимального давления в изложнице при отверждении изделий

Вопрос 2.14.

1. Основные отличия технологических процессов отверждения, охлаждения и распрессовки вкладных и скрепленных с корпусом изделий.
2. Варианты заполнения изложниц.

Вопрос 2.15.

1. Возможные виды брака изделий и причины их возникновения.
2. Основной выходной параметр изделия, скрепленного со стенками корпуса и способы его регулирования.

Вопрос 2.16.

1. Основные неразрушающие методы контроля качества изделий. Разновидности радиометрического контроля сплошности изделий.
2. Определение кинетических параметров процесса отверждения с использованием неразрушающих методов контроля.

Вопрос 2.17.

1. Особенности охлаждения изделий различных типов
2. Акустический контроль качества изделий с использованием ультразвуковых методов

Вопрос 2.18.

1. Химические и физико-химические процессы протекающие при отверждении высоконаполненных композиций.
2. Предельно допустимые концентрации токсичных веществ в производственных помещениях и сточных водах.

Вопрос 2.19.

1. Влияние температуры и времени переработки на реологические свойства композиций.
2. Особенности регенерации окислителя и других компонентов с целью создания безотходной технологии

Вопрос 2.20.

1. Распрессовка и извлечение изделий из пресс-формы
2. Варианты заполнения изложницы в методе литья под давлением, влияние конструкции входного узла.

Вопрос 2.21.

1. Методы контроля завершенности процесса отверждения.
2. Основной выходной параметр изделия, скрепленного со стенками корпуса и способы его регулирования.

Вопрос 2.22.

1. Назначение операции бронирования. Требования к бронепокрову.
2. Влияние наполнителя на процесс отверждения.

Вопрос 2.23.

1. Основные отличия технологических процессов отверждения, охлаждения и распрессовки вкладных и скрепленных с корпусом изделий.
2. Математическое описание процесса отверждения.

Вопрос 2.24.

1. Система регулирования слива
2. Основные неразрушающие методы контроля качества изделий. Разновидности радиационного контроля сплошности изделий.

Вопрос 2.25.

1. Особенности регенерации перхлората аммония и других компонентов с целью создания безотходной технологии
2. Влияние температуры и времени переработки на реологические свойства композиций.

Вопрос 2.26.

1. Способы обеспечения оптимального давления в изложнице при отверждении изделий
2. Возможные виды брака изделий и причины их возникновения

Вопрос 2.27.

1. Основной выходной параметр изделия, скрепленного со стенками корпуса и способы его регулирования.
2. Основные отличия технологических процессов отверждения, охлаждения и распрессовки вкладных и скрепленных с корпусом изделий.

Вопрос 2.28.

1. Варианты заполнения изложниц.
2. Основные методы бронирования вкладных изделий.

Вопрос 2.29.

1. Распрессовка и извлечение изделий из пресс-формы.
2. Способы обеспечения оптимального давления в изложнице при отверждении изделий

Вопрос 2.30.

1. Определение кинетических параметров процесса отверждения с использованием неразрушающих методов контроля
2. Особенности регенерации перхлората аммония и других компонентов с целью создания безотходной технологии

Вопрос 2.31.

1. Система регулирования слива
2. Назначение и принцип действия приборов РКОП и РОП.

Вопрос 2.33.

1. Химические и физико-химические процессы протекающие при отверждении высоконаполненных композиций
2. Предельно допустимые концентрации токсичных веществ в производственных помещениях и сточных водах.

Вопрос 2.34.

1. Варианты заполнения изложниц массой.
2. Основные методы бронирования вкладных изделий

Вопрос 2.35.

1. Влияние температуры и времени переработки на реологические свойства композиций.
2. Основные неразрушающие методы контроля качества изделий. Разновидности радеметрического контроля сплошности изделий.

Вопрос 2.36.

1. Оптимизация процесса охлаждения изделий
2. Особенности механической обработки готовых изделий.

Вопрос 2.37.

1. Назначение операции бронирования. Требования к бронепокрытиям.
2. Химические и физико-химические процессы протекающие при отверждении высоконаполненных композиций.

Вопрос 2.38.

1. Предельно допустимые концентрации токсичных веществ в производственных помещениях и сточных водах.
2. Основной выходной параметр изделия, скрепленного со стенками корпуса и способы его регулирования.

Вопрос 2.39.

1. Методы контроля завершенности процесса отверждения
2. Распрессовка и извлечение изделий из пресс-формы

Вопрос 2.40.

1. Система регулирования слива
2. Влияние наполнителя на процесс отверждения.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (9 семестр – экзамен)

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. Вопрос 1 – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов. Максимальное количество баллов за *экзамен* (9 семестр) – 40 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (9 семестр – экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. Вопрос 1 – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов. Максимальное количество баллов за *экзамен* (9 семестр) – 40 баллов.

1. Принципы создания и компоновки наполненных композиций.
2. Классификация химических ракетных топлив и порохов и ее взаимосвязь со способами производства
3. Основные требования, предъявляемые рациональному способу производства твердых ракетных топлив.
4. Специфические отличия производства твердых ракетных топлив от производства других полимерных композиционных материалов.
5. Типовые составы смесевых композиций.
6. Назначение компонентов смесевых композиций, их роль в формировании наполненных композиций с заданным комплексом свойств.
7. Состояние и перспективы разработок и производства смесевых энергонасыщенных материалов в России и за рубежом
8. Основные преимущества и недостатки смесевых композиций по сравнению с порохами баллистического типа.
9. Принципиальные блок-схемы производства смесевых композиций.
10. Получение и подготовка окислителей.
11. Основные виды окислителей.
12. Основные требования к окислителям как компонентам смесевых энергонасыщенных материалов.
13. Специальные требования к окислителям по гранулометрическому составу, форме частиц и характеру поверхности, влажности.
14. Технологические схемы производства окислителя.
15. Инженерные методы расчета оптимального гранулометрического состава наполнителей.

16. Рабочая смесь порошков (РСП). Блок схемы приготовления РСП и их совершенствование.
17. Основные аппараты приготовления РСП и их характеристики
18. Основные требования к горючим-связующим как компонентам СРТТ.
19. Смешение каучука с пластификаторами, вакуумирование. Назначение операции и основные фазы.
20. Периодический способ подготовки связующего с использованием планетарных смесителей.
21. Основные типы технологической оснастки.
22. Типовые рецептуры антиадгезионных покрытий и способы их нанесения на поверхность прессформы и технологической оснастки.
23. Нанесение защитно – крепящего слоя на внутреннюю поверхность корпуса двигателя. Контроль качества покрытия.
24. Назначение операции и основные физико-химические процессы, протекающие при смешении компонентов. Оценка качества смешения
25. Схемы и принцип действия планетарных смесителей, двухвальных смесителей с Z- образными мешалками типа Вернер-Пфлейдерер,
26. Схемы и принцип действия объемных барабанных смесителей гравитационного типа.
27. Механизм смешения в барабанном смесителе.
28. Технологическая схема получения массы и ее переработки методом свободного литья.
29. Особенности переработки топливных масс методом литья под давлением на установке СНД-500.
30. Характеристики и назначение предварительного и вакуумного смесителей.
31. Достоинства и недостатки способа литья под давлением.
32. Варианты заполнения изложницы в методе литья под давлением.
33. Принципиальная схема получения топливной массы с использованием пневматического смесителя типа «труба в трубе». Достоинства и недостатки данного способа смешения.
34. Особенности непрерывной схемы получения топливных масс по методу «быстрого смешения» с использованием промежуточного инертного носителя. Требования к жидкому носителю.
35. Особенности реологических свойств топливных композиций.
36. Влияние природы полимерного связующего на реологические свойства топливных композиций.
37. Влияние молекулярной массы полимера на реологические свойства топливных композиций
38. Влияние содержания пластификатора на реологические свойства топливных композиций
39. Влияние содержания наполнителя на реологические свойства топливных композиций
40. Влияние гранулометрического состава наполнителя на реологические свойства топливных композиций.
41. Влияние ПАВ на реологические свойства наполненных композиций.
42. Влияние наполнителя на процесс отверждения.
43. Понятие «живучести».
44. Влияние температуры и времени переработки на реологические свойства композиций.
45. Варианты заполнения изложниц массой.
46. Назначение операции отверждения.

47. Химические и физико-химические процессы протекающие при отверждении высоконаполненных композиций.
48. Методы контроля завершенности процесса отверждения.
49. Назначение и принцип действия приборов РКОП и РОП.
50. Математическое описание процесса отверждения.
51. Определение кинетических параметров процесса отверждения с использованием неразрушающих методов контроля.
52. Особенности охлаждения изделий различных типов
53. Оптимизация процесса охлаждения.
54. Способы обеспечения оптимального давления в изложнице при отверждении изделий
55. Основной выходной параметр изделия, скрепленного со стенками корпуса и способы его регулирования.
56. Распрессовка и извлечение изделий из пресс-формы.
57. Основные отличия технологических процессов отверждения, охлаждения и распрессовки вкладных и скрепленных с корпусом изделий.
58. Особенности механической обработки готовых изделий.
59. Назначение операции бронирования. Требования к бронепокрытию.
60. Основные методы бронирования вкладных изделий.
61. Основные причины отслоения бронепокровов от изделий и меры по их предотвращению.
62. Возможные виды брака изделий и причины их возникновения.
63. Основные неразрушающие методы контроля качества изделий. Разновидности радиационного контроля сплошности изделий.
64. Акустический контроль с использованием ультразвуковых методов
65. Предельно допустимые концентрации токсичных веществ в производственных помещениях и сточных водах.
66. Особенности регенерации перхлората аммония и других компонентов с целью создания безотходной технологии
67. Типовые рецептуры антиадгезионных покрытий и способы их нанесения на поверхность прессформы и технологической оснастки.
68. Нанесение защитно – крепящего слоя на внутреннюю поверхность корпуса двигателя. Контроль качества покрытия.
69. Назначение операции и основные физико-химические процессы, протекающие при смешении компонентов. Оценка качества смешения
70. Схемы и принцип действия планетарных смесителей, двухвальных смесителей с Z- образными мешалками типа Вернер-Пфлейдерер,
71. Схемы и принцип действия объемных барабанных смесителей гравитационного типа.
72. Механизм смешения в барабанном смесителе.
73. Технологическая схема получения массы и ее переработки методом свободного литья.
74. Особенности переработки топливных масс методом литья под давлением на установке СНД-500.
75. Характеристики и назначение предварительного и вакуумного смесителей.
76. Достоинства и недостатки способа литья под давлением.
77. Варианты заполнения изложницы в методе литья под давлением.
78. Принципиальная схема получения топливной массы с использованием пневматического смесителя типа «труба в трубе». Достоинства и недостатки данного способа смешения.
79. Основной выходной параметр изделия, скрепленного со стенками корпуса и способы его регулирования

учеб. пособие / А.С. Ермилов, Э.М. , Нуруллаев, Г.В. Куценко. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн.ун-та, 2016. – 299 с.

2. Кожух М.С., Фальковский М.Г. Нестандартное оборудование по производству твердых ракетных топлив и порохов. Уч. пособие.- М.: Изд-во РХТУ, 2000.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ)
- Журнал «Пластические массы». ISSN: 0554-2901
- Журнал «Высокомолекулярные соединения». ISSN: 0507-5475
- Journal of Applied Polymer Science ISSN: 1097-4628
- Journal of Polymer Science Part A ISSN: 1099-0518
- Chinese Journal of Polymer Science ISSN: 1439-6203
- Рекламные материалы ведущих производителей полимерных материалов и изделий, оборудования для промышленности переработки пластмасс.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 15 (общее число слайдов – 202);
- макеты боеприпасов и метательных зарядов – более 40;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 50);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 50).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 г. составляет 1 559 436 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «теория технологических процессов» проводятся в форме лекций, лабораторных занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

Помещение для выполнения лабораторных работ оборудованное вытяжными шкафами, приточной и вытяжной вентиляцией. При выполнении лабораторных работ необходимо использовать следующие приборы: аналитические весы, смеситель полимерных композиций СЛ-4, лабораторные вальцы, вискозиметры «Реотест», реовискометр Гепплера и РВ-8. Разрывная машина Р-5, прибор СМП-РХТУ, ТМА, ДСК.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к разделам лекционного курса; наборы полимерных изделий.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копируемые аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками стекол и стеклоизделий.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	4	Бессрочная
2.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	4	Бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Подготовка исходных компонентов, пресс-формы, технологической оснастки и корпуса двигателя.	<i>Знает:</i> – системы классификации производимых промышленностью смесевых композиций; – -теоретические основы построения составов энергоемких смесевых материалов – теоретические основы построения составов энергоемких смесевых материалов; принципы подбора компонентов и зависимость важнейших свойств энергоемких смесевых материалов от природы и соотношения компонентов, плотности и структуры заряда, от внешних условий <i>Умеет:</i> – - анализировать информацию об энергоемких смесевых материалах, определять их область применения в зависимости от состава, а также предлагать рецептуры составов для определённой области применения <i>Владеет:</i> – современной информацией по компонентам, рецептурам, технологиям получения и областям применения смесевых энергонасыщенных материалов в России и за рубежом;	Оценка за контрольную работу №1 по разделам 1-2 Оценка за экзамен
Раздел 2. Получение топливной массы	<i>Знает:</i> – состав и важнейшие свойства смесевых энергонасыщенных материалов наиболее часто применяемых в промышленных, военных и технических целях; – системы классификации производимых промышленностью смесевых взрывчатых веществ; <i>Умеет:</i> – прогнозировать пути совершенствования энергоемких смесевых материалов в плане эффективности, экономичности и безопасности по компонентной базе, составу, структуре, технологиям получения, снаряжения, применения; <i>Владеет:</i> – навыками расчета важнейших	Оценка за контрольную работу №1 по разделам 1-2 Оценка за экзамен

	характеристик и знанием методов экспериментального определения характеристик смесевых энергонасыщенных материалов, входящих в технические требования на готовую продукцию;	
Раздел.3. Формование и отверждение изделий	<i>Знает:</i> – - технологии производства, снаряжения и применения, физико-химические и взрывчатые свойства применяемых энергоемких смесевых материалов, пути их совершенствования <i>Умеет:</i> – анализировать информацию об энергоемких смесевых материалах, определять их область применения в зависимости от состава, а также предлагать рецептуры составов для определённой области применения; – прогнозировать пути совершенствования энергоемких смесевых материалов в плане эффективности, экономичности и безопасности по компонентной базе, составу, структуре, технологиям получения, снаряжения, применения; <i>Владеет:</i> – навыками изучения, обобщения и анализа информации по вопросам, связанным с совершенствованием технологии получения и применения смесевых энергоемких материалов.	Оценка за контрольную работу №2 по разделам 3-4 Оценка за экзамен
Раздел.4. Завершающие операции	<i>Знает:</i> – основные методы распрессовки и контроля качества изделий полученных по смеси технологии <i>Умеет:</i> – формулировать требования к качеству смесевых материалов определять эффективные пути их улучшения; – применять современные научно-технические достижения для решения проблем смеси технологии. <i>Владеет:</i> – навыками изучения, обобщения и анализа информации по вопросам, связанным с совершенствованием технологии получения и применения смесевых энергоемких материалов.	Оценка за контрольную работу №2 по разделам 3-4 Оценка за лабораторный практикум Оценка за экзамен

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
"Технология смесевых энергонасыщенных материалов"
основной образовательной программы**

18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий"
(Код и наименование специальности)

**Специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов
и твердых ракетных топлив"**
(Наименование ООП)

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание изменения/дополнения	Основание внесения изменения/дополнения
1.	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения	протокол заседания Ученого совета № 1 от 30 августа 2019 г.
2.	Изменения в части обновления договоров электронных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 2 от 30 сентября 2019 г.
3.	Изменения в части использования ЭО и ДОТ при реализации основных профессиональных образовательных программ	пр. ректора № 163-А от 16 марта 2020 г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева"

"УТВЕРЖДЕНО"

на заседании Учёного совета.

Протокол № 1 от 29 августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**"Основы технологической безопасности производства энергонасыщенных
материалов и изделий"**

**Специальность 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных
материалов и изделий"**

**Специализация "Химическая технология полимерных композиций,
порохов и твердых ракетных топлив"**

Квалификация "Инженер"

Москва 2024 г.

Программа составлена:

старшим преподавателем кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений
Д.Б. Михалевым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д.И. Менделеева 18 июня 2024 г., протокол № 15.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий", специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов и твёрдых ракетных топлив" (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина "Основы технологической безопасности производства энергонасыщенных материалов и изделий" относится к дисциплинам части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.О.40.05). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физики, физической химии, технической термодинамики и теплотехники, математики, а также по дисциплине "Энергонасыщенные материалы: виды, свойства, применение".

Цель дисциплины ознакомление студентов с общими принципами технологической безопасности при производстве энергонасыщенных материалов.

Задачи дисциплины – формирование у студентов системных углублённых знаний в области безопасности производства порохов и ракетных топлив; взаимосвязь взрывчатых характеристик энергонасыщенных материалов с их рецептурными особенностями и технологическими особенностями производства; основные опасности производства порохов и ракетных топлив; взаимосвязь взрывчатых характеристик энергонасыщенных материалов с их рецептурными особенностями и технологическими особенностями производства.

Дисциплина "Основы технологической безопасности производства энергонасыщенных материалов и изделий" преподаётся в 9 семестре. Контроль успеваемости обучающихся ведётся по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения.

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Технологический тип задач профессиональной деятельности				
Организация эффективного и безопасного ведения технологических процессов получения энергонасыщенных материалов и изделий; выполнение инженерных расчетов, обеспечивающих проведение существующего технологического процесса или внесения в него необходимых дополнений и изменений; разработка мероприятий по обеспечению требуемого качества продукции, контролю над их выполнением, по предупреждению и устранению случаев нарушения технологического регламента; организация и участие в испытаниях готовой продукции; контроль над соблюдением технологической дисциплины, разбор случаев ее нарушения и анализ вызывающих их причин;	Технологические процессы получения энергонасыщенных материалов и изделий; методы и приборы для исследования и оценки эффективности и практической пригодности энергонасыщенных материалов и изделий; оборудование для производства и переработки энергонасыщенных материалов и изделий.	ПК-2 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для контроля его основных параметров, норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, свойств сырья и готовой продукции, проверять техническое состояние оборудования, организовывать его профилактические осмотры; готов к обеспечению требований по техническому регулированию, к освоению и эксплуатации нового оборудования, обеспечению	ПК-2.1 Знает порядок организации, планирования и проведения технологического процесса; основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции; основные процессы и аппараты химической технологии, методы расчета деталей и узлов машин и аппаратов химической технологии; основные особенности проектирования предприятий по производству энергонасыщенных материалов, принципы выбора схемы производства; основы технического регулирования, меры обеспечения технологической безопасности;	26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: разработки, проектирования, наладки, эксплуатации и совершенствования средств, методов получения и способов применения энергонасыщенных материалов и изделий; промышленного и опытного производства индивидуальных и смесевых энергонасыщенных материалов, исходных и промежуточных продуктов для их получения; промышленного и опытного производства изделий на основе энергонасыщенных материалов; эксплуатации и хранения энергонасыщенных материалов; надзора в области промышленной безопасности при получении и использовании энергонасыщенных материалов и изделий). Анализ требований к профессиональным компетенциям,
			ПК-2.2 Умеет использовать технические средства для измерения основных	

подготовка и корректировка технологической документации; участие в проведении опытных работ по внедрению новых рецептур, методик, освоению новых стандартов, новых приборов; анализ расхода сырья и материалов, разработка мероприятий по их экономии и энергосбережению; участие в разработке мероприятий по снижению аварийности, травматизма и профессиональной заболеваемости, по механизации и автоматизации процессов.		технологической безопасности.	параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции; оценить и интерпретировать полученные результаты; производить расчеты по основным критериям работоспособности и конструирования оборудования и аппаратов химической технологии с учетом требований по техническому регулированию; ПК-2.3 Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции, навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом; методологией расчета основных параметров технологических процессов; навыками конструирования и проектирования аппаратов и оборудования химической технологии, по выбору технологической схемы производства энергонасыщенных материалов; навыками использования основных инструментов и правил технического регулирования и управления качеством, стандартизации и сертификации продуктов и изделий.	предъявляемых к выпускникам на рынке труда; обобщение отечественного и зарубежного опыта. Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н, Обобщенная трудовая функция В. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем. В /02.6. Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований (уровень квалификации – 6).

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

знать:

- основные опасности производства порохов и ракетных топлив; взаимосвязь взрывчатых характеристик энергонасыщенных материалов с их рецептурными особенностями и технологическими особенностями производства;
- методы определения ЭНМ к различным видам воздействий;
- чувствительность ЭНМ к различным видам начального импульса;
- классификацию ЭНМ;
- механизмы горения и детонации ЭНМ;
- влияние рецептурно-конструктивно-технологических факторов на величину dP/dt ;
- тротиловый эквивалент порохов и ТРТ. Безопасные расстояния для производственных зданий;
- классификацию производств по степени опасности. Особенности производства, хранения, уничтожения, перевозки различных ЭНМ;
- требования к технологическому оборудованию, размещение оборудования в производственных зданиях, размещение зданий и защитных сооружений;
- пассивные методы обеспечивающие пожаро- и взрывобезопасность предприятий;
- средства автоматического контроля;
- комплекс профилактических мероприятий;

уметь:

- использовать основные методы и способы исследования пожаро- и взрывобезопасность полуфабрикатов и готовых изделий и обеспечение производственной безопасности на предприятиях;

владеть:

- практическими навыками, необходимыми для оценки опасности химико-технологического процесса и оборудования, с целью предотвращению аварийных ситуаций и выбора методов и средств защиты.

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объём дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,89	32	24
в том числе в форме практической подготовки	–	–	–
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	–	–	–
в том числе в форме практической подготовки	–	–	–
Лабораторные работы (ЛР)	–	–	–
в том числе в форме практической подготовки	–	–	–
Самостоятельная работа	2,11	76	57
Контактная самостоятельная работа	2,11	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		75,6	56,7
в том числе в форме практической подготовки	–	–	–
Виды контроля:			
Экзамен	–	–	–
Контактная работа – промежуточная аттестация	–	–	–
Подготовка к экзамену		–	–
Вид итогового контроля:		Зачёт с оценкой	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Название раздела	Академ. часов		
		Всего	Лекции	Самост. работа
1.	Методы исследований и испытаний различных видов Энергонасыщенных материалов (ЭНМ)	12	4	16
1.1.	Чувствительность ЭНМ к различным видам начального импульса.	6	2	8
1.2.	Взрывчатые характеристики порохов и твердых ракетных топлив (ТРТ).	6	2	8
2.	Основные понятия физики горения и взрыва	16	8	20
2.1.	Классификация ЭНМ. Горение ЭНМ. Механизмы детонации ЭНМ. Чувствительность ЭНМ к различным видам начального импульса. Взрывчатые характеристики порохов и ТРТ. Причины аварий при производстве ЭНМ.	4	2	5
2.2.	Схема развития аварии в аппаратах. Образование начального очага загорания, распространение горения, переход горения во взрыв или детонацию.	4	2	5
2.3.	Основные причины возникновения начального очага при переработке и обращении с ЭНМ. Влияние рецептурно-конструктивно-технологических факторов на величину напорности прессы.	4	2	5
2.4.	Разрыв детонационной волны по интенсивному и экстенсивному факторам. Способы снижения опасности перехода горения в детонацию (ПГД). Критерии поражения воздушной ударной волной. Обеспечение безопасности технологического оборудования производства ЭНМ различного вида	4	2	5
3.	Правила устройства и эксплуатации предприятий, производящих ЭНМ	12	4	16
3.1.	Тротильный эквивалент порохов и ТРТ. Безопасные расстояния для производственных зданий.	3	1	4
3.2.	Классификация производств по степени опасности. Особенности производства, хранения, уничтожения, перевозки различных ВМ. Требования к технологическому оборудованию, размещение оборудования в производственных зданиях, размещение зданий и защитных сооружений на промплощадке, эффективность различных видов защитных сооружений, безопасных и допустимых расстояний между ними.	3	1	4
3.3.	Основы построения взрывобезопасных технологических процессов производства ВМ. Прогнозирование последствий аварий для технологического оборудования на основе модельных испытаний.	6	2	8

4.	Пожаро- и взрывобезопасность производств ЭНМ	16	8	12
4.1.	Пассивные методы обеспечивающие пожаро- и взрывобезопасность предприятий. Применение полностью безопасного электрооборудования, а также взрывозащищенного оборудования, предназначенного для использования в горючих газовых, парогазовых и пылевых средах. Активные методы. Средства автоматического контроля. Комплекс профилактических мероприятий.	16	8	12
5.	Взрывозащита транспортных систем	16	8	12
5.1.	Обеспечение безопасности при перевозке энергоемких материалов.	16	8	12
	Всего часов	108	32	76

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Методы исследований и испытаний различных видов ЭНМ

Чувствительность ЭНМ к различным видам начального импульса. Взрывчатые характеристики порохов и твердых ракетных топлив (ТРТ).

Раздел 2. Основные понятия физики горения и взрыва

Классификация ЭНМ. Горение ЭНМ. Механизмы детонации ЭНМ. Чувствительность ЭНМ к различным видам начального импульса. Взрывчатые характеристики порохов и ТРТ. Причины аварий при производстве ЭНМ. Схема развития аварии в аппаратах. Образование начального очага загорания, распространение горения, переход горения во взрыв или детонацию. Основные причины возникновения начального очага при переработке и обращении с ЭНМ. Влияние рецептурно-конструктивно-технологических факторов на величину напорности пресса. Разрыв детонационной волны по интенсивному и экстенсивному факторам. Способы снижения опасности перехода горения в детонацию (ПГД). Критерии поражения воздушной ударной волной. Обеспечение безопасности технологического оборудования производства ЭНМ различного вида

Раздел 3. Правила устройства и эксплуатации предприятий, производящих ЭНМ

Тротильный эквивалент порохов и ТРТ. Безопасные расстояния для производственных зданий. Классификация производств по степени опасности. Особенности производства, хранения, уничтожения, перевозки различных ЭНМ. Требования к технологическому оборудованию, размещение оборудования в производственных зданиях, размещение зданий и защитных сооружений на промплощадке, эффективность различных видов защитных сооружений, безопасных и допустимых расстояний между ними. Основы построения взрывобезопасных технологических процессов производства ЭНМ. Прогнозирование последствий аварий для технологического оборудования на основе модельных испытаний.

Раздел 4. Пожаро- и взрывобезопасность производств ЭНМ

Пассивные методы обеспечивающие пожаро- и взрывобезопасность предприятий. Применение полностью безопасного электрооборудования, а также взрывозащищенного оборудования, предназначенного для использования в горючих газовых, парогазовых и пылевых средах. Активные методы. Средства автоматического контроля. Комплекс профилактических мероприятий

Раздел 5. Взрывозащита транспортных систем Классификация опасных грузов

Обеспечение безопасности при перевозке энергонасыщенных материалов.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5
	Знать:					
1.	– основные опасности производства порохов и ракетных топлив; взаимосвязь взрывчатых характеристик энергонасыщенных материалов с их рецептурными особенностями и технологическими особенностями производства;	+		+		+
2.	– методы определения ЭНМ к различным видам воздействий;	+				
3.	– чувствительность ЭНМ к различным видам начального импульса;	+				
4.	– классификацию ЭНМ;		+			
5.	– механизмы горения и детонации ЭНМ;		+			
6.	– влияние рецептурно-конструктивно-технологических факторов на величину dP/dt ;		+			
7.	– тротильный эквивалент порохов и ТРТ. Безопасные расстояния для производственных зданий;			+		
8.	– классификацию производств по степени опасности. Особенности производства, хранения, уничтожения, перевозки различных ЭНМ;			+		
9.	– требования к технологическому оборудованию, размещение оборудования в производственных зданиях, размещение зданий и защитных сооружений;			+		
10.	– пассивные методы обеспечивающие пожаро- и взрывобезопасность предприятий;				+	
11.	– средства автоматического контроля;				+	
12.	– комплекс профилактических мероприятий;				+	
	Уметь:					
13.	– использовать основные методы и способы исследования пожаро- и взрывобезопасность полуфабрикатов и готовых изделий и обеспечение производственной безопасности на предприятиях;					+

	Владеть:					
14.	– практическими навыками, необходимыми для оценки опасности химико-технологического процесса и оборудования, с целью предотвращения аварийных ситуаций и выбора методов и средств защиты.					+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:						
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК				
15.	ПК-2 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для контроля его основных параметров, норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, свойств сырья и готовой продукции, проверять техническое состояние оборудования, организовывать его профилактические осмотры; готов к обеспечению требований по техническому регулированию, к освоению и эксплуатации нового оборудования, обеспечению технологической безопасности.	ПК-2.1 Знает порядок организации, планирования и проведения технологического процесса; основные принципы, методы и формы контроля технологи-ческого процесса и качества продукции; основные про-цессы и аппараты химической технологии, методы расчета деталей и узлов машин и аппаратов химической техно-логии; основные особенности проектирования предприятий по производству энергонасы-щенных материалов, принци-пы выбора схемы производ-ства; основы технического регулирования, меры обеспечения технологической безопасности;	+			+

16.		ПК-2.2 Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции; оценить и интерпретировать полученные результаты; производить расчеты по основным критериям работоспособности и конструирования оборудования и аппаратов химической технологии с учетом требований по техническому регулированию;			+	+	+
		ПК-2.3 Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции, навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом; методологией расчета основных параметров технологических процессов; навыками конструирования и проектирования аппаратов и оборудования химической технологии, по выбору технологической схемы производства энергонасыщенных материалов; навыками использования основных инструментов и правил технического регулирования и управления качеством, стандартизации и сертификации продуктов и изделий.	+	+	+		

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине не предусмотрены.

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- поиск и изучение интернет-ресурсов по тематике курса;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня.
- подготовку к сдаче зачёта с оценкой (9 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, обучающимся лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Реферативно-аналитические работы по дисциплине не предусмотрены.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля в 9 семестре предусмотрено 2 контрольные работы (по разделам 1-2 и разделам 3-5). Максимальная оценка за контрольные работы составляет по 30 баллов за каждую.

Раздел 1.

Текущий контроль освоения материала Раздела 1 проводится совместно с контролем освоения материала раздела 2.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса по 15 баллов за каждый.

1. Показатели чувствительности ЭНМ и методы их определения.
2. Что такое взрыв. Условия протекания химической реакции в форме взрыва.
3. Детонация, механизмы передачи детонации.
4. Показатели восприимчивости ЭНМ к детонации и методы их определения.
5. Показатели чувствительности ЭНМ к тепловому воздействию.
6. Отличие протекания химической реакции в форме взрыва и горение.
7. Механизм распространения детонации в баллистическом заряде высокой плотности.

8. Факторы, влияющие на распространение детонации в зарядах ТРТ.
9. Показатели чувствительности ЭНМ к механическому воздействию. Методы определения.
10. Показатели чувствительности к электростатическому воздействию.
11. Влияние наполнителей на параметры детонации.
12. Формы протекания взрыва.

Раздел 3. Текущий контроль освоения материала раздела 3 проводится совместно с контролем освоения материала раздела 5.

Раздел 4. Текущий контроль освоения материала раздела 4 проводится совместно с контролем освоения материала раздела 5.

Раздел 5. Примеры вопросов к контрольной работе № 2 по разделам 3-5. Максимальная оценка – 30 баллов (по 10 баллов за каждый раздел). Контрольная работа содержит 2 вопроса по 15 баллов за каждый.

1. Причины возникновения аварий при производстве ЭНМ.
2. Прерыватели детонации.
3. Тротильный эквивалент.
4. Наиболее опасные фазы при производстве ДРП
5. Классификация опасных грузов
6. Способы утилизации баллистических порохов
7. Классификация производств по степени опасности
8. Способы защиты оборудования и зданий от взрыва. Безопасное расстояние.
9. Основные поражающие воздействия взрыва.
10. Особые требования по ТБ при производстве нитратов целлюлозы.
11. Защита аппаратов от перехода горения в детонацию при производстве ПП
12. Принципы динамической защиты от перехода горения в детонацию аппаратов емкостного типа.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (9 семестр – зачёт с оценкой).

Билет включает контрольные вопросы по разделам 1-5 рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса. Вопрос 1 – 10 баллов, вопросы 2 и 3 – по 15 баллов. Максимальное количество баллов за зачёт с оценкой (9 семестр) – 40 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (9 семестр – зачёт с оценкой).

Билет включает контрольные вопросы по разделам 1-5 рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса. Вопрос 1 – 10 баллов, вопросы 2 и 3 – по 15 баллов. Максимальное количество баллов за зачёт с оценкой (9 семестр) – 40 баллов.

1. Показатели чувствительности ЭНМ и методы их определения.
2. Что такое взрыв. Условия протекания химической реакции в форме взрыва.
3. Детонация, механизмы передачи детонации.
4. Показатели восприимчивости ЭНМ к детонации и методы их определения.
5. Показатели чувствительности ЭНМ к тепловому воздействию.
6. Отличие протекания химической реакции в форме взрыва и горение.
7. Механизм распространения детонации в баллистическом заряде высокой плотности.
8. Факторы, влияющие на распространение детонации в зарядах ТРТ.

9. Показатели чувствительности ЭНМ к механическому воздействию. Методы определения.
10. Показатели чувствительности к электростатическому воздействию.
11. Влияние наполнителей на параметры детонации.
12. Формы протекания взрыва.
13. Причины возникновения аварий при производстве ЭНМ.
14. Прерыватели детонации.
15. Тротиловый эквивалент.
16. Наиболее опасные фазы при производстве ДРП
17. Классификация опасных грузов
18. Способы утилизации баллистических порохов
19. Классификация производств по степени опасности
20. Способы защиты оборудования и зданий от взрыва. Безопасное расстояние.
21. Основные поражающие воздействия взрыва.
22. Особые требования по ТБ при производстве нитратов целлюлозы.
23. Защита аппаратов от перехода горения в детонацию при производстве ПП
24. Принципы динамической защиты от перехода горения в детонацию аппаратов емкостного типа.

Фонд оценочных средств приведён в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и пример билетов для зачёта с оценкой (9 семестр)

Зачёт с оценкой по дисциплине "Основы технологической безопасности производства энергонасыщенных материалов и изделий" проводится в 9 семестре и включает контрольные вопросы по пяти разделам (1, 2, 3, 4, 5) рабочей программы дисциплины. Билет для зачёта с оценкой состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета к зачету с оценкой:

«Утверждаю» Зав. кафедрой ХТВМС В.А. Петров "__" ____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева Кафедра ХТВМС Специальность 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий" Специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов и твёрдых ракетных топлив" Дисциплина: "Основы технологической безопасности производства энергонасыщенных материалов и изделий"
"__" ____ 20__ г. Студент гр. И-55 _____ Билет № 1 1. Причины возникновения аварий при производстве ВМ. Наиболее опасные производства ВМ (по числу аварий, материальному ущербу). 2. Детонация в заряде переменной плотности. Условия прерывания детонации в заряде переменной плотности. 3. Прерыватели детонации.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Русин Д.Л. Основы комплексного модифицирования полимерных композитов, перерабатываемых проходным прессованием. – М.: РХТУ, 2008.
2. Фиошина М.А., Русин Д.Л. Основы химии и технологии порохов и твердых ракетных топлив. Учебное пособие. М.: РХТУ; 2-е изд. РХТУ, 2004.
3. Тагер А.А. Физикохимия полимеров.-М.: Химия, 2007
4. Полимерные смеси. Под ред. Пола Д., Ньюмена С., пер. с англ.- М.: Мир, 1981
5. Сперлинг Л., Взаимопроникающие полимерные сетки и аналогичные материалы.- М.: Мир, 1984
6. Нильсен Л., Механические свойства полимеров и полимерных композиций.- М.: Химия, 1978
7. Берлин А.А., Вольфсон С.А., Ошмян В.Г., Ениколопов Н.С., Принципы создания композиционных полимерных материалов.- М.: Химия, 1990.
8. Липатов Ю.С. Физическая химия наполненных полимеров.- М.: Химия, 1977
9. Русин Д.Л., Фиошина М.А. Введение в реологию полимерных материалов. М.: МХТИ, 1981

Б. Дополнительная литература

1. Русин Д.Л., Кожух М.С., Михалев Д.Б., Копылов Н.П. и др. Пиротехнический шнур и композиция для его изготовления. Пат. РФ №2026277, 10.01.1995.
2. Русин Д.Л., Денисюк А.П. и др. Пиротехнический аэрозолеобразующий огнетушащий композиционный материал и способ его получения. Пат. РФ №2185865, 27.07.2002.
3. Русин Д.Л., Денисюк А.П. и др. Пиротехническое топливо для термогазогенераторов, применяемых для обработки продуктивного пласта в нефтяных скважинах, пат. РФ №2231634, 27.06.2004.
4. Жегров Е. Ф. Технология порохов и твердых ракетных топлив в приложении к конверсионным программам /Е. Ф. Жегров, Ю. М. Милехин, Е. В. Берковская. – М.: Архитектура-С, 2006. – 392 с.
5. Торнер Р.В. Теоретические основы переработки пластмасс.- М.: Химия, 1978
6. Петров Г.А. Скорость распространения волны гомогенно-гетерогенных реакций в открытой гетерогенной химической системе / Г.А. Петров, А.Г. Петров. – М.: Химия. – 2001.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Журнал "Химическая физика". ISSN: 0207-401X.
- Журнал "Физика горения и взрыва". ISSN: 0430-6228.
- Журнал "Аэрокосмическая техника" ("Ракетная техника и космонавтика"). ISSN: 0131-8209.
- Журнал "Боеприпасы. XXI век". ISSN: 2073-6649.
- Журнал "Боеприпасы и спецхимия". ISSN: 1995-154X.
- Журнал "Боеприпасы и высокоэнергетические конденсированные системы". ISSN: 1999-6500.
- Журнал "Успехи в химии и химической технологии". ISSN: 1506-2017.
- Журнал "Propellants, Explosives, Pyrotechnics". ISSN: 0721-3115.
- Журнал "Central European Journal of Energetic Materials". ISSN: 1733-7178.
- Рекламные материалы ведущих НИИ и заводов ОПК в области артиллерии, ракетной техники, порохов, твёрдых ракетных топлив, пиротехнических составов и средств.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 15 (общее число слайдов – 202);
- макеты боеприпасов и метательных зарядов – более 40;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 50);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 50).

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 г. составляет 1 559 436 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине "Основы технологической безопасности производства энергонасыщенных материалов и изделий" проводятся в форме лекций и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для обучающихся, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Макеты боеприпасов и метательных зарядов, образцы порохов, шашек твёрдого ракетного топлива, используемых в отечественных образцах вооружений.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебники и учебные пособия по дисциплине, справочные материалы, факультетская спецбиблиотека книжных изданий, журналов, диссертаций и научно-технических отчётов.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; справочные материалы в электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	4	Бессрочная
2.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	4	Бессрочная
3.	OriginPro 8.1 Department Wide License	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	4	Бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
1	2	3
<i>Раздел 1.</i> Методы исследований и испытаний различных видов ЭНМ	<i>Знает:</i> - основные опасности производства порохов и ракетных топлив; взаимосвязь взрывчатых характеристик энергонасыщенных материалов с их рецептурными особенностями и технологическими особенностями производства; - методы определения ЭНМ к различным видам воздействий; - чувствительность ЭНМ к различным видам начального импульса.	Оценка за контрольную работу №1. Оценка за зачёт с оценкой
<i>Раздел 2.</i> Основные понятия физики горения и взрыва	<i>Знает:</i> - классификацию ЭНМ; - механизмы горения и детонации ЭНМ; - влияние рецептурно-конструктивно-технологических факторов на величину dP/dt.	Оценка за контрольную работу №1. Оценка за зачёт с оценкой
<i>Раздел 3.</i> Правила устройства и эксплуатации предприятий, производящих ЭНМ	<i>Знает:</i> - основные опасности производства порохов и ракетных топлив; взаимосвязь взрывчатых характеристик энергонасыщенных материалов с их рецептурными особенностями и технологическими особенностями производства; - тротиловый эквивалент порохов и ТРТ. Безопасные расстояния для производственных зданий; - классификацию производств по степени опасности. Особенности производства, хранения, уничтожения, перевозки различных ЭНМ; - требования к технологическому оборудованию, размещение оборудования в производственных зданиях, размещение зданий и защитных сооружений	Оценка за контрольную работу №2. Оценка за зачёт с оценкой

<i>Раздел 4.</i> Пожаро- и взрывобезопасность производств ЭНМ	<i>Знает:</i> - пассивные методы обеспечивающие пожаро- и взрывобезопасность предприятий; - средства автоматического контроля; - комплекс профилактических мероприятий. <i>Умеет:</i> - использовать основные методы и способы исследования пожаро- и взрывобезопасность полуфабрикатов и готовых изделий и обеспечение производственной безопасности на предприятиях; <i>Владеет:</i> - практическими навыками, необходимыми для оценки опасности химико-технологического процесса и оборудования, с целью предотвращения аварийных ситуаций и выбора методов и средств защиты.	Оценка за контрольную работу №2. Оценка за зачёт с оценкой
<i>Раздел 5.</i> Взрывозащита транспортных систем	<i>Знает:</i> - основные опасности производства порохов и ракетных топлив; взаимосвязь взрывчатых характеристик энергонасыщенных материалов с их рецептурными особенностями и технологическими особенностями производства; <i>Умеет:</i> - использовать основные методы и способы исследования пожаро- и взрывобезопасность полуфабрикатов и готовых изделий и обеспечение производственной безопасности на предприятиях; <i>Владеет:</i> - практическими навыками, необходимыми для оценки опасности химико-технологического процесса и оборудования, с целью предотвращения аварийных ситуаций и выбора методов и средств защиты.	Оценка за контрольную работу №2. Оценка за зачёт с оценкой

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
"Основы технологической безопасности производства энергонасыщенных
материалов и изделий"
основной образовательной программы

18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий"
(Код и наименование специальности)

Специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов
и твердых ракетных топлив"
(Наименование ООП)

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание изменения/дополнения	Основание внесения изменения/дополнения
1.	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения	протокол заседания Ученого совета № 1 от 30 августа 2019 г.
2.	Изменения в части обновления договоров электронных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 2 от 30 сентября 2019 г.
3.	Изменения в части использования ЭО и ДОТ при реализации основных профессиональных образовательных программ	пр. ректора № 163-А от 16 марта 2020 г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева"

"УТВЕРЖДЕНО"

на заседании Учёного совета.

Протокол № 1 от 29 августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**"Проектирование и оборудование производств энергонасыщенных
материалов и изделий"**

**Специальность 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных
материалов и изделий"**

**Специализация "Химическая технология полимерных композиций,
порохов и твердых ракетных топлив"**

Квалификация "Инженер"

Москва 2024 г.

Программа составлена:

к.т.н., доцентом кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений
В.А. Сизовым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д.И. Менделеева 18 июня 2024 г., протокол № 15.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий", специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов и твёрдых ракетных топлив" (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина "Проектирование и оборудование производств энергонасыщенных материалов и изделий" относится к обязательной части учебного плана (Б1.О.40.06). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физики, технической термодинамики и теплотехники, механики, электротехники, деталей машин и аппаратов, а также по специальным дисциплинам "Технология переработки энергонасыщенных материалов" и "Технология смесевых энергонасыщенных материалов".

Цель дисциплины – формирование у студентов знаний основ и особенностей проектирования предприятий по производству энергонасыщенных материалов (ЭМ), специфических требований, учитываемых при создании проекта.

Задачи дисциплины – формирование у обучающихся системных углублённых знаний в области проектирования; понимания перспективных направлений проектирования оборудования для изготовления энергетических материалов, представлений о поиске новых технических решений при проектировании химико-технологических объектов.

Дисциплина "Проектирование и оборудование производств энергонасыщенных материалов и изделий" преподаётся в 10 семестре. Контроль успеваемости студентов ведётся по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения.

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Направленность (профиль), специализация: Химическая технология полимерных композиций, порохов и твердых ракетных топлив				
Тип задач профессиональной деятельности: технологический				
Организация эффективного и безопасного ведения технологических процессов получения энергонасыщенных материалов и изделий; выполнение инженерных расчетов, обеспечивающих проведение существующего технологического процесса или внесения в него необходимых дополнений и изменений; разработка мероприятий по обеспечению требуемого качества продукции, контролю	Технологические процессы получения энергонасыщенных материалов и изделий; методы и приборы для исследования и оценки эффективности и практической пригодности энергонасыщенных материалов и изделий; оборудование для производства и переработки энергонасыщенных материалов и изделий.	ПК-2 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для контроля его основных параметров, норм выработки и технологических нормативов расхода сырья, свойств сырья и готовой продукции, проверять техническое состояние оборудования, организовывать его профилактические осмотры; готов к обеспечению	ПК-2.1 Знает порядок организации, планирования и проведения технологического процесса; основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции; основные процессы и аппараты химической технологии, методы расчета деталей и узлов машин и аппаратов химической технологии; основные особенности проектирования предприятий по производству энергонасыщенных материалов, принципы выбора схемы производства; основы технического регулирования, меры обеспечения технологической безопасности;	26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: разработки, проектирования, наладки, эксплуатации и совершенствования средств, методов получения и способов применения энергонасыщенных материалов и изделий; промышленного и опытного производства индивидуальных и смесевых энергонасыщенных материалов, исходных и промежуточных продуктов для их получения; промышленного и опытного производства изделий на основе энергонасыщенных материалов; эксплуатации и хранения энергонасыщенных материалов; надзора в области промышленной безопасности
			ПК-2.2 Умеет использовать технические средства для	

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
над их выполнением, по предупреждению и устранению случаев нарушения технологического регламента; организация и участие в испытаниях готовой продукции; контроль над соблюдением технологической дисциплины, разбор случаев ее нарушения и анализ вызывающих их причин; подготовка и корректировка технологической документации; участие в проведении опытных работ по внедрению новых рецептур, методик, освоению новых стандартов, новых приборов; анализ расхода сырья и материалов, разработка мероприятий по их экономии и энергосбережению;		требований по техническому регулированию, к освоению и эксплуатации нового оборудования, обеспечению технологической безопасности.	измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции; оценить и интерпретировать полученные результаты; производить расчеты по основным критериям работоспособности и конструирования оборудования и аппаратов химической технологии с учетом требований по техническому регулированию;	при получении и использовании энергонасыщенных материалов и изделий). Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда; обобщение отечественного и зарубежного опыта. Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н, Обобщенная трудовая функция В. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем. В /02.6. Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований (уровень квалификации – 6).
			ПК-2.3 Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции, навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом; методологией расчета основных параметров технологических процессов; навыками конструирования и проектирования аппаратов и оборудования химической технологии, по выбору технологической схемы производства энергонасыщенных материалов; навыками использования основных инструментов и правил технического регулирования и управления качеством,	

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
участие в разработке мероприятий по снижению аварийности, травматизма и профессиональной заболеваемости, по механизации и автоматизации процессов.			стандартизации и сертификации продуктов и изделий.	
		ПК-5 Способен применять знания по химии и технологии полимерных композиций, порохов и ТРТ различных типов и их отдельных компонентов для управления технологическим процессом, прогнозирования и регулирования основных эксплуатационных свойств, постановки задач по исследованию и проектированию технологии новых энергонасыщенных материалов и изделий	ПК-5.1 Знает теоретические основы процессов нитрования; основные методы и технологические процессы получения полимерных композиций, порохов и ТРТ различных типов; основные принципы выбора компонентов для создания новых полимерных композитов, энергонасыщенных материалов и технологических процессов их производства; аппаратное оформление процессов получения энергонасыщенных материалов различных типов;	
			ПК-5.2 Умеет получать основные типы порохов и ТРТ; исследовать основные свойства и прогнозировать потенциальные области применения новых энергонасыщенных материалов различных типов; предлагать рецептуры составов для определённой области применения; прогнозировать пути совершенствования технологий получения и новые области применения энергонасыщенных материалов;	

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
			ПК-5.3 Владеет актуальной информацией по организации и объему производства порохов и ТРТ различных типов, исходных компонентов в России и за рубежом; навыками изучения и обобщения информации в области химической технологии артиллерийских порохов, твердых ракетных топлив баллистического и смесового типа.	

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- основные особенности проектирования предприятий по производству энергонасыщенных материалов;
- основные этапы внедрения научных разработок в производство;
- принципы составления технического задания на проектирование опытной или пилотной установки, состав исходных данных для проектирования;
- принципы выбора схемы производства;
- методы составления теплового и материального баланса, расчета массообменных аппаратов для экстракции и процессов сушки;
- основные способы очистки и обезвреживания сточных вод, регенерации кислот и растворителей.

уметь:

- использовать полученные знания для решения конкретных задач при проектировании производства энергонасыщенных материалов);

владеть:

- навыками по подготовке исходных данных для проектирования, составлению материального и теплового баланса, выбору технологической схемы производства ЭМ.

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объём дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,33	48	36
в том числе в форме практической подготовки	0,22	8	6
Лекции	0,67	24	18
Практические занятия (ПЗ)	0,66	24	18
в том числе в форме практической подготовки	0,22	8	6
Лабораторные работы (ЛР)	–	–	–
в том числе в форме практической подготовки	–	–	–
Самостоятельная работа	1,67	60	45
Контактная самостоятельная работа	1,67	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		60	45
в том числе в форме практической подготовки	0,5	18	13,5
Виды контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
Вид итогового контроля:		Экзамен	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Название раздела	Академ. часов					
		Всего	Лекции	Практ. занятия	В т.ч. в форме пр. подг.	Самост. работа	В т.ч. в форме пр. подг.
1.	Раздел 1. Промышленный технологический комплекс	16	4	2	2	10	2
1.1.	Состав технологического комплекса.	7	2	-	1	5	1
1.2.	Разработка директивного технологического процесса.	9	2	2	1	5	1
2.	Раздел 2. Поиск новых технических решений при проектировании химико-технологических объектов	18	4	4		10	2
2.1.	Алгоритм поиска новых технических решений.	9	2	2		5	1
2.2.	Генеральный план.	9	2	2		5	1
3.	Раздел 3. Оборудование для получения нитроэфиров	36	8	8	2	20	7
3.1.	Общие требования к оборудованию и аппаратам. Нитроэфирные пластификаторы.	6	2	-	2	4	1
3.2.	Аппараты для подготовки целлюлозы и ее нитрации.	15	3	4		8	3
3.3.	Аппараты для стабилизации и измельчения нитроцеллюлозы.	15	3	4		8	3
4.	Раздел 4. Оборудование для получения порохов	38	8	10	4	20	7
	Итого:	108	24	24	8	60	18
	Экзамен	36					
	Всего часов	144					

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Промышленный технологический комплекс.

1.1. Состав технологического комплекса. Задачи, решаемые технологом при проектировании технологического процесса и оборудования. Характер производства периодический, полунепрерывный, непрерывный. Гибкость производства. Общие требования к промышленному технологическому комплексу, его размещению.

1.2. Разработка директивного технологического процесса. Основные исходные документы при разработке директивного технологического процесса, их краткое содержание. Этапы разработки технологического процесса. Типовое содержание директивного технологического процесса.

Раздел 2. Поиск новых технических решений при проектировании химико-технологических объектов.

2.1. Алгоритм поиска новых технических решений при разработке технологических схем и оборудования. Принципы декомпозиции. Формирование критериев для оценки качества создаваемой технологической схемы. Синтез технологической системы.

2.2. Генеральный план. Задачи, решаемые с его помощью. Архитектурно-пространственная организация проектируемого предприятия. Основные типы производственных зданий.

Раздел 3. Оборудование для получения нитроэфиров.

3.1 Общие требования к оборудованию и аппаратам. Аппараты для перемешивания жидкостей. Смесители кислот. Нитрационные аппараты для производства жидких нитроэфиров. Краткие технические характеристики нитраторов разной производительности.

3.2 Аппараты для подготовки целлюлозы и ее нитрации. Аппараты для резки рулонной бумаги и разрыхления волокнистой целлюлозы. Аппараты для отделения отработанных кислот и промывных вод от волокнистых и жидких продуктов. Круговой аппарат НУОК. Сепараторы. Центрифуги.

3.3 Аппараты для стабилизации и измельчения нитроцеллюлозы. Трубчатый автоклав для предварительной стабилизации нитроцеллюлозы. Устройство трубчатого автоклава и его узлов. Устройство аппаратов для измельчения нитроцеллюлозы, принцип действия. Недостатки, преимущества. Технические характеристики. Коническая мельница РК-01. Дисковая мельница Кузьмина.

Раздел 4. Оборудование для получения порохов.

Аппараты для получения порохов баллистического типа. Оборудование для получения пироксилиновых порохов. Оборудование для приготовления и переработки топливных масс смесового типа. Аппараты типа "пьяная бочка". Двухкаскадные смесители непрерывного действия.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:				
1.	– основные особенности проектирования предприятий по производству энергонасыщенных материалов;	+	+		
2.	– основные этапы внедрения научных разработок в производство;	+	+		
3.	– принципы составления технического задания на проектирование опытной или пилотной установки, состав исходных данных для проектирования;	+	+		
4.	– принципы выбора схемы производства;			+	+
5.	– методы составления теплового и материального баланса, расчета массообменных аппаратов для экстракции и процессов сушки;			+	+
6.	– основные способы очистки и обезвреживания сточных вод, регенерации кислот и растворителей.			+	+
	Уметь:				
7.	– использовать полученные знания для решения конкретных задач при проектировании производства энергонасыщенных материалов;	+	+	+	+
	Владеть:				
8.	– навыками по подготовке исходных данных для проектирования, составлению материального и теплового баланса, выбору технологической схемы производства ЭМ;	+	+	+	+

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:						
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК				
9.	ПК-2 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для контроля его основных параметров, норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, свойств сырья и готовой продукции, проверять техническое состояние оборудования, организовывать его профилактические осмотры; готов к обеспечению требований по техническому регулированию, к освоению и эксплуатации нового оборудования, обеспечению технологической безопасности.	ПК-2.1 Знает порядок организации, планирования и проведения технологического процесса; основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции; основные процессы и аппараты химической технологии, методы расчета деталей и узлов машин и аппаратов химической технологии; основные особенности проектирования предприятий по производству энергонасыщенных материалов, принципы выбора схемы производства; основы технического регулирования, меры обеспечения технологической безопасности;		+	+	+
10.		ПК-2.2 Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции; оценить и интерпретировать полученные результаты; производить расчеты по основным критериям работоспособности и конструирования оборудования и аппаратов химической технологии с учетом требований по техническому регулированию;	+	+		

11.		ПК-2.3 Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции, навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом; методологией расчета основных параметров технологических процессов; навыками конструирования и проектирования аппаратов и оборудования химической технологии, по выбору технологической схемы производства энергонасыщенных материалов; навыками использования основных инструментов и правил технического регулирования и управления качеством, стандартизации и сертификации продуктов и изделий.	+	+		
12.	ПК-5 Способен применять знания по химии и технологии полимерных композиций, порохов и ТРТ различных типов и их отдельных компонентов для управления технологическим процессом, прогнозирования и регулирования основных эксплуатационных свойств, постановки задач по исследованию и проектированию технологии новых энергонасыщенных материалов и изделий	ПК-5.1 Знает теоретические основы процессов нитрования; основные методы и технологические процессы получения полимерных композиций, порохов и ТРТ различных типов; основные принципы выбора компонентов для создания новых полимерных композитов, энергонасыщенных материалов и технологических процессов их производства; аппаратное оформление процессов получения энергонасыщенных материалов различных типов;	+	+		

13.		ПК-5.2 Умеет получать основные типы порохов и ТРТ; исследовать основные свойства и прогнозировать потенциальные области применения новых энергонасыщенных материалов различных типов; предлагать рецептуры составов для определённой области применения; прогнозировать пути совершенствования технологий получения и новые области применения энергонасыщенных материалов;	+	+		
14.		ПК-5.3 Владеет актуальной информацией по организации и объёму производства порохов и ТРТ различных типов, исходных компонентов в России и за рубежом; навыками изучения и обобщения информации в области химической технологии артиллерийских порохов, твёрдых ракетных топлив баллиститного и смесового типа.	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

Предусмотрены практические занятия обучающегося в специалитете в объёме 24 часа в 10 семестре.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Директивный технологический процесс	2
2	2	Генеральный план	4
3	3	Оборудование производства нитроцеллюлозы	4
4	3	Оборудование производства нитроэфирных пластификаторов	4
5	4	Оборудование производства порохов на основе нитроцеллюлозы	6
6	4	Оборудование производства твердых топлив на основе неорганических окислителей	4

....

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекционных занятиях учебного материала;
- подготовку к контрольным работам по тематике дисциплины на основе проработки рекомендованной литературы и работы с электронно-библиотечными системами;
- поиск и изучение интернет-ресурсов по тематике дисциплины;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- подготовку к сдаче экзамена (10 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, обучающимся лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Реферативно-аналитические работы по дисциплине не предусмотрены.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля в 10 семестре предусмотрено 4 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы составляет 60 баллов, по 15 баллов за каждую.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса: 7 баллов за первый вопрос и 8 баллов за второй.

Вопрос 1.1.

1. Директивный технологический процесс.
2. Состав технологического комплекса.
3. Задачи, решаемые технологом при проектировании технологического процесса и оборудования.
4. Специфические особенности оборудования заводов для производства ТРТ и порохов.
5. Общие требования к промышленному технологическому комплексу, его размещению.
6. Основные исходные документы при разработке директивного технологического процесса, их краткое содержание.

Вопрос 1.2.

1. Постановка задачи проектирования и формирование критериев качества создаваемого объекта.
2. Эвакуация из производственных зданий и помещений.
3. Этапы разработки технологического процесса.
4. Горизонтальное и вертикальное планирование технологического комплекса.
5. Характер производства: периодический, полунепрерывный, непрерывный.
6. Классификация помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса: 7 баллов за первый вопрос и 8 баллов за второй.

Вопрос 2.1.

1. Генеральный план.
2. Алгоритмы поиска новых технических решений при разработке технологических систем.
3. Обоснование состава технологической системы и ее декомпозиция.
4. Составление матрицы возможных вариантов и выбор оптимального варианта облика технологической системы.
5. Принципы декомпозиции. Декомпозиция химического предприятия.
6. Принципы декомпозиции. Декомпозиция цеха химического предприятия.

Вопрос 2.2.

1. Формирование критериев для оценки качества создаваемой технологической схемы.
2. Вес критериев качества.
3. Синтез технологической системы.
4. Архитектурно-пространственная организация проектируемого предприятия.
5. Оценка влияния промышленного предприятия на окружающую среду.
6. Гибкость производства.

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса: 7 баллов за первый вопрос и 8 баллов за второй.

Вопрос 3.1.

1. Нитрационные аппараты для производства жидких нитроэфиров.
2. Смесители кислот.
3. Сепараторы.
4. Краткие технические характеристики нитраторов разной производительности.
5. Круговой аппарат НУОК.
6. Трубчатый автоклав.

Вопрос 3.2.

1. Аппараты для измельчения и рыхления целлюлозы.
2. Коническая мельница РК-01.
3. Автоматическая центрифуга АГМ-1800.
4. Мельница ДМК.
5. Голландер.
6. Аппараты для резки рулонной бумаги и разрыхления волокнистой целлюлозы.
7. Аппараты для отделения отработанных кислот и промывных вод от волокнистых и жидких продуктов.

Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 4. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса: 7 баллов за первый вопрос и 8 баллов за второй.

Вопрос 4.1.

1. Мешатель непрерывного действия НМ-2.
2. Аппараты для получения пороховых масс баллистического типа.
3. Смеситель непрерывного действия (СНД).
4. Двухвальный мешатель.
5. Оборудование для получения пироксилиновых порохов.
6. Смеситель С-5.

Вопрос 4.2.

1. Аппараты для прессования (формования) порохов.
2. Водооборот промышленного предприятия.
3. Центрифуга ВГ-1000.
4. Шнековые аппараты для отжима пороховой массы от воды.
5. Вальц-машины.
6. Центрифуга-НГП-800.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (10 семестр – экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. Вопрос 1 – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов. Максимальное количество баллов за *экзамен* (10 семестр) – 40 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (10 семестр – экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. Вопрос 1 – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов. Максимальное количество баллов за *экзамен* (10 семестр) – 40 баллов.

1. Директивный технологический процесс.
2. Специфические особенности оборудования заводов для производства ТРТ и порохов.
3. Генеральный план.
4. Алгоритм поиска новых технических решений при разработке технологических систем.
5. Круговой аппарат НУОК.
6. Постановка задачи проектирования и формирование критериев качества создаваемого объекта.
7. Обоснование состава технологической системы и ее декомпозиция.
8. Составление матрицы возможных вариантов и выбор оптимального варианта облика технологической системы.
9. Аппараты для прессования (формования) порохов.
10. Классификация помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности.
11. Шнековые аппараты для отжима пороховой массы от воды.
12. Основные типы производственных зданий.
13. Вальц-машины.
14. Эвакуация из производственных зданий и помещений.
15. Аппараты для получения пороховых масс баллиститного типа.
16. Предотвращение распространения пожара.
17. Принципы декомпозиции. Декомпозиция химического предприятия. Декомпозиция цеха химического предприятия.
18. Формирование критериев для оценки качества создаваемой технологической схемы. Вес критериев качества.
19. Синтез технологической системы.
20. Архитектурно-пространственная организация проектируемого предприятия.
21. Оборудование для получения пироксилиновых порохов.
22. Краткие технические характеристики нитраторов разной производительности.
23. Водооборот промышленного предприятия.
24. Оценка влияния промышленного предприятия на окружающую среду.
25. Общие требования к промышленному технологическому комплексу, его размещению.
26. Основные исходные документы при разработке директивного технологического процесса, их краткое содержание.
27. Этапы разработки технологического процесса.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и пример билетов для экзамена (10 семестр)

Экзамен по дисциплине "Проектирование и оборудование производств энергонасыщенных материалов и изделий" проводится в 10 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для экзамена:

"Утверждаю" Зав. кафедрой ХТВМС _____ В.А. Петров "__" _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева Кафедра ХТВМС Специальность 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий" Специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов и твёрдых ракетных топлив" Дисциплина: Проектирование и оборудование производств энергонасыщенных материалов и изделий
"__" _____ 20__ г. Студент гр. И-55 _____ Билет № 1 1. Круговой аппарат НУОК. 2. Архитектурно-пространственная организация проектируемого предприятия.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Кожух М.С. Фальковский М.Г. Нестандартное оборудование заводов по производству ракетных топлив и порохов.- М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2000.- 163 с

Б. Дополнительная литература

1. Жигарев В.Г., Китаев Г.И. Оборудование производства энергонасыщенных материалов. - М.: МГУИЭ, 2001.- 265 с.
2. Смирнов Л.А. Оборудование XXI века для производства энергетических конденсированных систем. М.: МГУИЭ, 1999. – 212 с.
3. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества.- М.: Машиностроение, 1988.-368 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

– Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

- Журнал "Боеприпасы. XXI век". ISSN: 2073-6649.
- Журнал "Боеприпасы и спецхимия". ISSN: 1995-154X.
- Журнал "Боеприпасы и высокоэнергетические конденсированные системы". ISSN: 1999-6500.

- Журнал "Успехи в химии и химической технологии". ISSN: 1506-2017.
- Журнал "Propellants, Explosives, Pyrotechnics". ISSN: 0721-3115.
- Журнал "Central European Journal of Energetic Materials". ISSN: 1733-7178.

Рекламные материалы ведущих НИИ и заводов ОПК в области артиллерии, ракетной техники, порохов, твёрдых ракетных топлив, пиротехнических составов и средств.

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www.fcdt.ru>.
- <https://www.roscosmos.ru>.
- <http://www.npoiskra.ru>.
- <http://www.npoiskra.ru/upload/rkt.pdf>.
- <http://mzperm.ru/products/9>.
- <https://varvsn.mil.ru/folder/1855>.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 15 (общее число слайдов – 202);
- макеты боеприпасов и метательных зарядов – более 40;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 50);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 50).

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 г. составляет 1 559 436 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине "Проектирование и оборудование производств энергонасыщенных материалов и изделий" проводятся в форме лекций и самостоятельной работы обучающихся.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для обучающихся, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Не предусмотрены.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебники и учебные пособия по дисциплине, справочные материалы, факультетская спецбиблиотека книжных изданий, журналов и диссертационных работ.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; справочные материалы в электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	4	Бессрочная
2.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	4	Бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
1	2	3
Раздел 1. Промышленный технологический комплекс	<i>Знает:</i> - основные особенности проектирования предприятий по производству энергонасыщенных материалов; - основные этапы внедрения научных разработок в производство; - принципы составления технического задания на проектирование опытной или пилотной установки, состав исходных данных для проектирования <i>Умеет:</i> - использовать полученные знания для решения конкретных задач при проектировании производства энергонасыщенных материалов; <i>Владеет:</i> - навыками по подготовке исходных данных для проектирования, составлению материального и теплового баланса, выбору технологической схемы производства ЭМ.	Оценка за контрольную работу №1 (10 семестр). Оценка за экзамен (10 семестр)
Раздел 2. Поиск новых технических решений при проектировании химико-технологических объектов	<i>Знает:</i> - основные особенности проектирования предприятий по производству энергонасыщенных материалов; - основные этапы внедрения научных разработок в производство; - принципы составления технического задания на проектирование опытной или пилотной установки, состав исходных данных для проектирования <i>Умеет:</i> - использовать полученные знания для решения конкретных задач при проектировании производства энергонасыщенных материалов; <i>Владеет:</i> - навыками по подготовке исходных данных для проектирования, составлению материального и теплового баланса, выбору технологической схемы производства ЭМ.	Оценка за контрольную работу №2 (10 семестр). Оценка за экзамен (10 семестр)

Раздел 3. Оборудование для получения нитроэфиров	<i>Знает:</i> - принципы выбора схемы производства; - методы составления теплового и материального баланса, расчета массообменных аппаратов для экстракции и процессов сушки; - основные способы очистки и обезвреживания сточных вод, регенерации кислот и растворителей. <i>Умеет:</i> - использовать полученные знания для решения конкретных задач при проектировании производства энергонасыщенных материалов; <i>Владеет:</i> - навыками по подготовке исходных данных для проектирования, составлению материального и теплового баланса, выбору технологической схемы производства ЭМ..	Оценка за контрольную работу №3 (10 семестр). Оценка за экзамен (10 семестр)
Раздел 4. Оборудование для получения порохов	<i>Знает:</i> - принципы выбора схемы производства; - методы составления теплового и материального баланса, расчета массообменных аппаратов для экстракции и процессов сушки; - основные способы очистки и обезвреживания сточных вод, регенерации кислот и растворителей. <i>Умеет:</i> - использовать полученные знания для решения конкретных задач при проектировании производства энергонасыщенных материалов; <i>Владеет:</i> - навыками по подготовке исходных данных для проектирования, составлению материального и теплового баланса, выбору технологической схемы производства ЭМ.	Оценка за контрольную работу №3 (10 семестр). Оценка за экзамен (10 семестр)

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
"Проектирование и оборудование производств энергонасыщенных
материалов и изделий"
основной образовательной программы
18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий"
(Код и наименование специальности)

Специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов
и твердых ракетных топлив"
(Наименование ООП)

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание изменения/дополнения	Основание внесения изменения/дополнения
1.	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения	протокол заседания Ученого совета № 1 от 30 августа 2019 г.
2.	Изменения в части обновления договоров электронных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 2 от 30 сентября 2019 г.
3.	Изменения в части использования ЭО и ДОТ при реализации основных профессиональных образовательных программ	пр. ректора № 163-А от 16 марта 2020 г.
		протокол заседания Ученого совета № от « » 20 г.
		протокол заседания Ученого совета № от « » 20 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева"

"УТВЕРЖДЕНО"

на заседании Учёного совета.

Протокол № 1 от 29 августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

"Основные виды вооружения (обзор)"

Специальность 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных
материалов и изделий"

Специализация "Химическая технология полимерных композиций,
порохов и твердых ракетных топлив"

Квалификация "Инженер"

Москва 2024 г.

Программа составлена:

к.т.н., доцентом кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений
Ю.Г. Шепелевым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д.И. Менделеева 18 июня 2024 г., протокол № 15.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий", специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов и твёрдых ракетных топлив" (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина "Основные виды вооружения (обзор)" относится к дисциплинам части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.01). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физики, неорганической и органической химии, механики, экологии, деталей машин и аппаратов, математики и отечественной истории.

Цель дисциплины – ознакомление обучающихся с классификацией основных видов ракетного и артиллерийского оружия, историей его развития, принципиальными схемами и конструкциями, современными требованиями, предъявляемыми различными типами оружия к порохам и твёрдым ракетным топливам (ТРТ).

Задачи дисциплины – формирование у обучающихся системных углублённых знаний в области истории и современных тенденций развития огнестрельного и ракетного оружия, включая боеприпасы и пороховые артиллерийские и ракетные заряды; понимания конструктивных особенностей и различий ствольных систем и ракет, функционального назначения составных частей оружия, перспективных боеприпасов различного назначения, порохов и ТРТ как энергетической основы вооружения, повышения эффективности пороховых зарядов; представлений о комплексе вооружений страны в сопоставлении с Военной (оборонной) доктриной Российской Федерации.

Дисциплина "Основные виды вооружения (обзор)" преподаётся в 4 семестре. Контроль успеваемости обучающихся ведётся по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения.

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Участие в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах (далее - НИОКР), направленных на совершенствование получения и использования энергонасыщенных материалов и изделий и изучение их свойств; Разработка программ, методик, технических средств для проведения исследований свойств существующих и новых энергонасыщенных материалов и изделий; Обработка и анализ результатов экспериментальных исследований, формулирование выводов, подготовка отчетов и публикаций о результатах исследований, защита интеллектуальной собственности; Участие во внедрении результатов НИОКР; Поиск и анализ научно-технической	Индивидуальные и смесевые энергонасыщенные материалы и изделия на их основе; расчетные методы прогнозирования энергетических характеристик энергонасыщенных материалов; методы и приборы для исследования и оценки эффективности и практической пригодности энергонасыщенных материалов и изделий.	ПК- 1 Способен изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований, применять современные методы исследования, планировать и проводить необходимый эксперимент, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты с использованием современных методов обработки данных, представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований.	ПК-1.1 Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно- технической информации, современные подходы к научному исследованию, экспериментальные методы и их приборное и аппаратное оформление, методы и алгоритмы для корректного анализа и обработки результатов научных исследований; ПК-1.2 Умеет осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий; использовать современные оборудование и приборы для проведения необходимых экспериментальных исследований; оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации,	26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: разработки, проектирования, наладки, эксплуатации и совершенствования средств, методов получения и способов применения энергонасыщенных материалов и изделий; промышленного и опытного производства индивидуаль-ных и смесевых энергонасы-щенных материалов, исходных и промежуточных продуктов для их получения; промышленного и опытного производства изделий на основе энергонасыщенных материалов; эксплуатации и хранения энергонасыщенных материалов; надзора в области промышленной безопасности

информации в области энергонасыщенных материалов и изделий с целью научно-практической и патентной поддержки проводимых исследований.			доклада; ПК-1.3 Владеет навыками изучения и обобщения научно-технической информации по тематике исследований; современными методами обработки данных; принципами разработки экспериментальных методик и программ для проведения научных исследований; практическими навыками применения современного оборудования и приборов; приемами обработки, анализа и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов.	при получении и использовании энергонасыщенных материалов и изделий). Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда; обобщение отечественного и зарубежного опыта. Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н, Обобщенная трудовая функция В. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем. В /02.6. Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований (уровень квалификации – 6).

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- классификацию и назначение основных видов ракетного и артиллерийского вооружения;
- принципиальные схемы и конструкции отдельных видов артиллерийских и ракетных систем;
- особенности современных видов оружия;
- основные требования к энергонасыщенным материалам со стороны различных типов оружия;
- основные этапы исторического развития, современное состояние и перспективы совершенствования ракетного и артиллерийского вооружения.

уметь:

- анализировать информацию об основных видах ракетного и артиллерийского вооружения;
- формулировать пути совершенствования основных видов ракетного и артиллерийского вооружения;

владеть:

- современной информацией по принципиальным схемам и особенностям конструкции отдельных видов артиллерийских и ракетных систем;
- навыками изучения, обобщения и анализа информации по вопросам, связанным с ракетным и артиллерийским вооружением.

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объём дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,89	32	24
в том числе в форме практической подготовки	0,22	8	6
Лекции	0,67	24	18
Практические занятия (ПЗ)	0,22	8	6
в том числе в форме практической подготовки	0,22	8	6
Лабораторные работы (ЛР)	–	–	–
в том числе в форме практической подготовки	–	–	–
Самостоятельная работа	1,11	40	30
Контактная самостоятельная работа	1,11	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		39,8	29,85
в том числе в форме практической подготовки	–	–	–
Виды контроля:			
Экзамен	–	–	–
Контактная работа – промежуточная аттестация	–	–	–
Подготовка к экзамену		–	–
Вид итогового контроля:		Зачёт	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Название раздела	Академ. часов				
		Всего	Лекции	Практ. занятия	В т.ч. в форме пр. подг.	Самост. работа
1.	Раздел 1. Вооружение как основа современной армии	9	5	–	–	4
1.2.	Классификация артиллерийских и ракетных систем. Классификация порохов и ТРТ, маркировка порохов и ТРТ.	4	2	–	–	2
1.3.	История развития артиллерийского и ракетного вооружения в России. Вклад русских изобретателей и конструкторов.	3	2	–	–	1
1.4.	Примеры наиболее эффективных образцов ракетно-артиллерийского вооружения с древнейших времён до наших дней.	2	1	–	–	1
2.	Раздел 2. Принципы действия и основы конструкции ствольных и ракетных систем	17	10	–	–	7
2.1.	Принцип действия артиллерийского оружия, конструктивные особенности.	5	3	–	–	2
2.2.	Принцип действия ракетного оружия, конструктивные особенности ракет.	5	3	–	–	2
2.3.	Ракетные двигатели космических систем.	2	1	–	–	1
2.4.	Дульное, обратное и засопловое пламя. Причины возникновения. Вредное влияние на ТТХ оружия. Методы борьбы.	5	3	–	–	2
3.	Раздел 3. Знакомство с реальными образцами боеприпасов и метательных зарядов артиллерии	30,8	9	2	2	19,8
3.1.	Виды боеприпасов, их конструктивные особенности и состав.	7,8	3	–	–	4,8
3.2.	Принципы действия снарядов у цели.	5	2	–	–	3
3.3.	Виды пороховых метательных зарядов, состав и конструктивные особенности.	6	3	–	–	3
3.4.	Знакомство с реальными образцами в макетном классе университета.	3	1	2	2	
3.5.	Подготовка реферата	9		–	–	9
4.	Раздел 4. Знакомство с реальными образцами артиллерийских и ракетных систем	15		6	6	9
4.1.	Знакомство с реальными образцами артиллерийских и ракетных систем, современных многофункциональных видов ракетно-артиллерийского вооружения на смотровой площадке Центрального музея ВС России (г. Москва).	6		6	6	
4.2.	Подготовка реферата	9	–	–	–	9
	Итого:	71,8	24	8	8	39,8
	Зачёт	0,2				
	Всего часов	72				

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Вооружение как основа современной армии.

Введение. Классификация оружия. Виды артиллерийских и ракетных систем. Классификация реактивных двигателей. Классификация порохов и ракетных топлив (в том числе твёрдых), марки порохов и твёрдых ракетных топлив (ТРТ).

История возникновения и развития артиллерийского и ракетного вооружения в России. Вклад русских изобретателей и конструкторов в развитие артиллерийской и ракетной техники.

Примеры наиболее эффективных образцов ракетно-артиллерийского вооружения, составивших славу русского оружия с XIV в. до наших дней.

Раздел 2. Принципы действия и основы конструкции ствольных и ракетных систем.

Принцип действия артиллерийского оружия, конструктивные особенности.

Принцип действия ракетного оружия, конструктивные особенности ракет. Ракетные двигатели космических систем (маршевые, двигатели управления и ориентации в пространстве, разделения, торможения, системы аварийного спасения, мягкой посадки и др.).

Раздел 3. Знакомство с реальными образцами боеприпасов и метательных зарядов артиллерии.

Виды боеприпасов, их конструктивные особенности и состав.

Принципы действия снарядов у цели.

Виды пороховых метательных зарядов, состав и конструктивные особенности.

Знакомство с реальными образцами в макетном классе университета.

Раздел 4. Знакомство с реальными образцами артиллерийских и ракетных систем.

Знакомство с реальными образцами артиллерийских систем (полевых, танковых, противотанковых, зенитных, скорострельных автоматических малокалиберных пушек, гаубиц, миномётов, мортир и др.), ракетных систем (РСЗО, ПТУР, РПГ, РСМД, ПВО и ПРО, тактических, оперативно-тактических и стратегических ракетных комплексов, космического назначения), современных универсальных многофункциональных видов ракетно-артиллерийского вооружения на смотровой площадке Центрального музея Вооружённых сил Российской Федерации (г. Москва).

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:				
1.	– классификацию и назначение основных видов ракетного и артиллерийского вооружения;	+		+	+
2.	– принципиальные схемы и конструкции отдельных видов артиллерийских и ракетных систем;		+	+	
3.	– особенности современных видов оружия;		+		+
4.	– основные требования к энергонасыщенным материалам со стороны различных типов оружия;			+	
5.	– основные этапы исторического развития, современное состояние и перспективы совершенствования ракетного и артиллерийского вооружения;	+		+	+
	Уметь:				
6.	– анализировать информацию об основных видах ракетного и артиллерийского вооружения;	+	+	+	+
7.	– формулировать пути совершенствования основных видов ракетного и артиллерийского вооружения;		+	+	+
	Владеть:				
8.	– современной информацией по принципиальным схемам и особенностям конструкции отдельных видов артиллерийских и ракетных систем;		+	+	+
9.	– навыками изучения, обобщения и анализа информации по вопросам, связанным с ракетным и артиллерийским вооружением.		+	+	+

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:						
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК				
10.	ПК- 1 Способен изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований, применять современные методы исследования, планировать и проводить необходимый эксперимент, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты с использованием современных методов обработки данных, представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований.	ПК-1.1 Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно- технической информации, современные подходы к научному исследованию, экспериментальные методы и их приборное и аппаратное оформление, методы и алгоритмы для корректного анализа и обработки результатов научных исследований;	+	+	+	+
11.		ПК-1.2 Умеет осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий; использовать современное оборудование и приборы для проведения необходимых экспериментальных исследований; оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада;	+	+	+	+

12.		ПК-1.3 Владеет навыками изучения и обобщения научно-технической информации по тематике исследований; современными методами обработки данных; принципами разработки экспериментальных методик и программ для проведения научных исследований; практическими навыками применения современного оборудования и приборов; приемами обработки, анализа и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов.	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	Раздел дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1.	3	Знакомство с реальными образцами боеприпасов и метательных зарядов артиллерии в макетном классе кафедры.	2
2.	4	Знакомство с реальными образцами артиллерийских систем (полевых, танковых, противотанковых, зенитных, скорострельных автоматических малокалиберных пушек, гаубиц, миномётов, мортир и др.), ракетных систем (РСЗО, ПТУР, РПГ, РСМД, ПВО и ПРО, тактических, оперативно-тактических и стратегических ракетных комплексов, космического назначения), современных универсальных многофункциональных видов ракетно-артиллерийского вооружения на смотровой площадке Центрального музея Вооружённых сил Российской Федерации (г. Москва).	6

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала, рекомендованной литературы и электронно-библиотечных ресурсов;
- поиск и изучение интернет-ресурсов по тематике дисциплины;
- подготовку к устным опросам по тематике дисциплины;
- подготовку к защите реферата и сдаче зачёта по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, обучающимся лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Тематика реферата: "Основные артиллерийские и ракетные системы ВС РФ и их боеприпасы" (с акцентом на одну из выбранных обучающимся систем). В реферате предусмотрены следующие примерные разделы: классификация вооружений, основные артиллерийские и ракетные системы в структуре Вооружённых сил России, основные характеристики и боеприпасы одной артиллерийской и одной ракетной системы (на выбор обучающегося).

Структура разделов реферата:

- 1) классификация вооружений;
- 2) основные артиллерийские и ракетные системы в структуре Вооружённых сил России;
- 3) исторические артиллерийские и ракетные системы;
- 4) виды артиллерийских выстрелов и пороховых зарядов и способы заряжания;
- 5) виды снарядов и их действие у цели (кратко);
- 6) основные характеристики и боеприпасы одной артиллерийской и одной ракетной системы (на выбор обучающегося).

Список артиллерийских и ракетных систем советского и современного российского периода для подробного описания (на выбор).

Ствольные системы:

- 1) Пушка ЗиС-3
- 2) Пушка ЗиС-2
- 3) Пушка МТ-12 (Т-12)
- 4) Гаубица-пушка МЛ-20
- 5) Пушка А-19
- 6) Гаубица М-30
- 7) Гаубица Д-30
- 8) Гаубица Б-4
- 9) Пушка-гаубица Д-20
- 10) Пушка 2А36 "Гиацинт-Б"
- 11) САУ 2С1 "Гвоздика"
- 12) САУ 2С3 "Акация"
- 13) САУ 2С19 "Мста-С"
- 14) САУ 2С5 "Гиацинт-С"
- 15) САУ 2С7 "Пион"
- 16) САУ 2С23 "Нога-СВК"
- 17) САУ 2С31 "Вена"
- 18) Пушка Д-81 танка Т-72
- 19) САУ 2С35 "Коалиция-СВ"
- 20) Боевые машины семейства "Армата"
- 21) Комплекс 30-мм пушек 2А42, 2А38 и 2А72
- 22) Миномёты 82-мм (БЗБ...43, 2Б14, 2Б9, 2Б25)
- 23) Миномёты 120-мм (ПМ-43, 2Б11)
- 24) Миномёты 160-мм (МТ-13, М-160)
- 25) Миномёт 2С4 "Тюльпан"

Ракетные системы:

- 1) РСЗО БМ-13 ("Катюша")
- 2) РСЗО БМ-21 ("Град", "Торнадо-Г")
- 3) РСЗО 9К57 ("Ураган")
- 4) РСЗО 9К512 ("Ураган-1М")
- 5) РСЗО 9К58 ("Смерч", "Торнадо-С")
- 6) ПТРК 9К123 "Хризантема"
- 7) ПТРК "Штурм-С"
- 8) ПТРК "Корнет"
- 9) Семейство ЗРК С-300
- 10) ЗРК С-350 "Витязь"
- 11) ЗРК С-400 "Триумф"
- 12) ЗРК С-125 "Нева" ("Печора")
- 13) ЗРК "Бук-М2(М3)"
- 14) ОТРК "Искандер"
- 15) ПГРК "Пионер"
- 16) МБР РТ-2П
- 17) МБР РТ-2ПМ2 "Тополь-М" и "Ярс"
- 18) БЖРК РТ-23 УТТХ "Молодец"
- 19) БРПЛ Р-30 "Булава-30"
- 20) РПГ-7(18)
- 21) СПГ-9
- 22) РПГ-28(29)
- 23) Ракета-торпеда "Шквал"
- 24) МБР Р-7 и Р-9А
- 25) МБР Р-36 (М, М2) и РС-28 "Сармат"

Максимальная оценка за реферат – 40 баллов.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля в 4 семестре предусмотрено 3 контрольных опроса (по одному контрольному опросу по разделам 1-3) и защита реферата. Максимальная оценка за контрольные опросы составляет по 20 баллов за каждый, за реферат – 40 баллов.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольному опросу № 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса по 10 баллов каждый.

1. Классификация оружия.
2. Виды артиллерийских и ракетных систем.
3. Классификация реактивных двигателей.
4. История возникновения и развития артиллерийского и ракетного вооружения в России.
5. Вклад русских изобретателей и конструкторов в развитие артиллерийской и ракетной техники.
6. Примеры наиболее эффективных образцов ракетно-артиллерийского вооружения, составивших славу русского оружия с XIV в. до наших дней.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольному опросу № 2. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса по 10 баллов каждый.

1. Принцип действия артиллерийского оружия.
2. Конструктивные особенности различных видов артиллерии (пушки, гаубицы, миномёты, безоткатные орудия).
3. Основные сравнительные характеристики различных видов артиллерии (пушка-гаубица, гаубица-миномёт, пушка-безоткатное орудие, полевые и танковые пушки и т.п.).
4. Принцип действия ракетного оружия.
5. Конструктивные особенности ракет.
6. Ракетные двигатели космических систем (маршевые, двигатели управления и ориентации в пространстве, разделения, торможения, системы аварийного спасения, мягкой посадки и др.).
7. Основные части артиллерийского орудия и их назначение.
8. Составные части ракеты боевого назначения.
9. Виды дульных тормозов и принцип их действия.
10. Дульное и обратное пламя в артиллерии: опасность, причины возникновения и методы борьбы.

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольному опросу № 3. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса по 10 баллов каждый.

1. Понятие о выстреле.
2. Виды боеприпасов и их назначение.
3. Виды снарядов. Принципы действия различных снарядов у цели.
4. Виды пороховых метательных зарядов артиллерии.
5. Состав и конструктивные особенности метательных зарядов.
6. Классификация порохов и твёрдых ракетных топлив.
7. Маркировка порохов.
8. Способы заряжания орудий.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (зачёт).

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

8.4. Структура зачёта (4 семестр)

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

Зачёт по дисциплине "Основные виды вооружения (обзор)" в 4 семестре выставляется в результате суммирования баллов, полученных в результате трёх контрольных опросов (максимум по 20 баллов за каждый) и по результату защиты реферата по темам разделов 3 и 4 (максимум 40 баллов). Максимальное количество баллов за *зачёт* – 100 баллов.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Химия и боеприпасы артиллерии: учебник для вузов / А.В. Кочергин [и др.]; под ред. А.В. Кочергина, С.Ю. Гармонова. – М.: Юрайт, 2022. – 528 с. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/498963> (дата обращения: 15.04.2022).

Б. Дополнительная литература

1. Третьяков Г.М., Сиротинский В.Ф., Шехтер Б.И. Курс артиллерии. Т. II. Боеприпасы, пороха и взрывчатые вещества / Под ред. Г.М. Третьякова. – М.: Оборонгиз, 1952. – 484 с.
2. Широкопад А.Б. Энциклопедия отечественной артиллерии / Под общ. ред. А.Е. Тараса. Мн.: Харвест, 2000. – 1156 с.
3. Широкопад А.Б. Энциклопедия отечественного ракетного оружия / Под общ. ред. А.Е. Тараса. Мн.: Харвест, 2003. – 544 с.
4. Широкопад А.Б. Отечественные минометы и реактивная артиллерия / Под общ. ред. А.Е. Тараса. Мн.: Харвест, М.: изд-во "АСТ", 2000. – 464 с.
5. Первов М.А. Ракетное оружие Ракетных войск стратегического назначения. М.: Виоланта. 1999. – 288 с.

6. Карпенко А.В., Уткин А.Ф., Попов А.Д. Отечественные стратегические ракетные комплексы: справочник / Под ред. В.Ф. Уткина и др. СПб.: Невский бастион - Гангут, 1999. – 288 с.
7. Красногоров В. Подражающие молниям: сер. "Жизнь замечательных идей". – М.: Знание, 1977. – 192 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

– Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

- Журнал "Техника и вооружение: вчера, сегодня, завтра". ISSN: 1682-7597.
- Журнал "Защита и безопасность". ISSN: 2075-9924.
- Журнал "Известия РАРАН". ISSN: 2075-3608.
- Журнал "Боеприпасы. XXI век". ISSN: 2073-6649.
- Журнал "Боеприпасы и высокоэнергетические конденсированные системы". ISSN: 1999-6500.
- Журнал "Успехи в химии и химической технологии". ISSN: 1506-2017.

Рекламные материалы ведущих НИИ и заводов ОПК в области артиллерии, ракетной техники, порохов, твёрдых ракетных топлив, пиротехнических составов и средств.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www.fcdd.ru>.
- <https://www.roscosmos.ru>.
- <http://www.npoiskra.ru>.
- <http://mzperm.ru/products/9>.
- <https://varvsn.mil.ru/folder/1855>.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 10 (общее число слайдов – 30);
- макеты боеприпасов и метательных зарядов – более 40;
- компакт-диск "Артиллерия от Альфы до Омеги" (более 250 слайдов);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 24);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 24).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 г. составляет 1 559 436 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине "Принципы компоновки энергонасыщенных материалов различного назначения" проводятся в форме лекций и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

Макетный класс с размещёнными в нём макетами боеприпасов.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Макеты боеприпасов и метательных зарядов, образцы порохов, шашек твёрдого ракетного топлива, используемых в отечественных образцах вооружений.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебники и учебные пособия по дисциплине.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные

материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	4	Бессрочная
2.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	4	Бессрочная
3.	OriginPro 8.1 Department Wide License	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	4	Бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
1	2	3
<i>Раздел 1. Вооружение как основа современной армии</i>	<i>Знает:</i> - классификацию и назначение основных видов ракетного и артиллерийского вооружения; - основные этапы исторического развития, современное состояние и перспективы совершенствования ракетного и артиллерийского вооружения; <i>Умеет:</i> - анализировать информацию об основных видах ракетного и артиллерийского вооружения.	Оценка за контрольный опрос №1.
<i>Раздел 2. Принципы действия и основы конструкции ствольных и ракетных систем</i>	<i>Знает:</i> - принципиальные схемы и конструкции отдельных видов артиллерийских и ракетных систем; - особенности современных видов оружия; <i>Умеет:</i> - анализировать информацию об основных видах ракетного и артиллерийского вооружения; - формулировать пути совершенствования основных видов ракетного и артиллерийского вооружения; <i>Владеет:</i> - современной информацией по принципиальным схемам и особенностям конструкции	Оценка за контрольный опрос №2.

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	отдельных видов артиллерийских и ракетных систем; - навыками изучения, обобщения и анализа информации по вопросам, связанным с ракетным и артиллерийским вооружением.	
<i>Раздел 3. Знакомство с реальными образцами боеприпасов и метательных зарядов артиллерии</i>	<i>Знает:</i> - классификацию и назначение основных видов ракетного и артиллерийского вооружения; - принципиальные схемы и конструкции отдельных видов артиллерийских и ракетных систем; - основные требования к энергонасыщенным материалам со стороны различных типов оружия; - основные этапы исторического развития, современное состояние и перспективы совершенствования ракетного и артиллерийского вооружения; <i>Умеет:</i> - анализировать информацию об основных видах ракетного и артиллерийского вооружения; - формулировать пути совершенствования основных видов ракетного и артиллерийского вооружения; <i>Владеет:</i> - современной информацией по принципиальным схемам и особенностям конструкции отдельных видов артиллерийских и ракетных систем; - навыками изучения, обобщения и анализа информации по вопросам, связанным с ракетным и артиллерийским вооружением.	Оценка за контрольный опрос №3.
<i>Раздел 4. Знакомство с реальными образцами артиллерийских и ракетных систем</i>	<i>Знает:</i> - классификацию и назначение основных видов ракетного и артиллерийского вооружения; - особенности современных видов оружия; - основные этапы исторического развития, современное состояние и перспективы совершенствования ракетного и артиллерийского вооружения; <i>Умеет:</i>	Оценка за реферат.

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	- анализировать информацию об основных видах ракетного и артиллерийского вооружения; - формулировать пути совершенствования основных видов ракетного и артиллерийского вооружения; <i>Владеет:</i> - современной информацией по принципиальным схемам и особенностям конструкции отдельных видов артиллерийских и ракетных систем; - навыками изучения, обобщения и анализа информации по вопросам, связанным с ракетным и артиллерийским вооружением.	

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины

"Основные виды вооружения (обзор)"

основной образовательной программы

18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий"

(Код и наименование специальности)

Специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов

и твердых ракетных топлив"

(Наименование ООП)

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание изменения/дополнения	Основание внесения изменения/дополнения
1.	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения	протокол заседания Ученого совета № 1 от 30 августа 2019 г.
2.	Изменения в части обновления договоров электронных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 2 от 30 сентября 2019 г.
3.	Изменения в части использования ЭО и ДОТ при реализации основных профессиональных образовательных программ	пр. ректора № 163-А от 16 марта 2020 г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева"

"УТВЕРЖДЕНО"

на заседании Учёного совета.

Протокол № 1 от 29 августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

"Внутренняя баллистика"

Специальность 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных
материалов и изделий"

Специализация "Химическая технология полимерных композиций,
порохов и твердых ракетных топлив"

Квалификация "Инженер"

Москва 2024 г.

Программа составлена:

к.т.н., доцентом кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений
Ю.Г. Шепелевым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д.И. Менделеева 18 июня 2024 г., протокол № 15.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий", специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов и твёрдых ракетных топлив" (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина "Внутренняя баллистика" относится к дисциплинам специализации обязательной части учебного плана (Б1.В.02). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физики, физической химии, технической термодинамики и теплотехники, математики, а также по специальным дисциплинам "Основные виды вооружений (обзор)" и "Энергонасыщенные материалы: виды, свойства, применение".

Цель дисциплины – формирование у студентов знания основ науки о процессах, протекающих при выстреле в стволе орудия, в камере сгорания реактивного двигателя (РД) и газогенератора, их анализ, рассмотрение на этой основе требований по энергетике, геометрии и габаритам, предъявляемых к зарядам для РД и ствольных систем, применяемых как в оборонных, так и в гражданских целях (пороховые аккумуляторы давления, двигатели искусственных спутников земли, метеорологические ракеты, противораковые системы, магнито-гидродинамические генераторы, турбобуры и т.п.).

Задачи дисциплины – формирование у обучающихся системных углублённых знаний в области внутренней баллистики ствольных артиллерийских систем и ракетных двигателей различного назначения; понимания перспективных направлений развития этих систем и повышения их эффективности; представлений о современных подходах к оценке энергетических и баллистических характеристик порохов и твёрдых ракетных топлив.

Дисциплина "Внутренняя баллистика" преподаётся в 6 семестре. Контроль успеваемости обучающихся ведётся по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения.

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Участие в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах (далее - НИОКР), направленных на совершенствование получения и использования энергонасыщенных материалов и изделий и изучение их свойств; Разработка программ, методик, технических средств для проведения исследований свойств существующих и новых энергонасыщенных материалов и изделий; Обработка и анализ результатов экспериментальных исследований, формулирование выводов, подготовка отчетов и публикаций о результатах исследований, защита интеллектуальной собственности; Участие во внедрении результатов НИОКР; Поиск и анализ научно-технической информации в области энергонасыщенных материалов и	Индивидуальные и смесевые энергонасыщенные материалы и изделия на их основе; расчетные методы прогнозирования энергетических характеристик энергонасыщенных материалов; методы и приборы для исследования и оценки эффективности и практической пригодности энергонасыщенных материалов и изделий.	ПК- 4 Способен разрабатывать инновационные методики и программы проведения исследований и испытаний артиллерийских порохов, баллистических и смесевых ТРТ	ПК-4.1 Знает основные методы, используемые при проведении исследований и испытаний порохов и ТРТ различного типа; физико-химические основы возникновения и развития самораспространяющихся процессов горения и детонации и методы расчёта их параметров; физические основы взрыва в различных средах; методы создания новых составов с заданными физико-химическими, баллистическими, механическими и другими специальными свойствами; принципы подбора компонентов и зависимость важнейших свойств энергонасыщенных материалов от природы и соотношения компонентов; ПК-4.2 Умеет теоретически рассчитывать и экспериментально определять термодинамические характеристики	26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: разработки, проектирования, наладки, эксплуатации и совершенствования средств, методов получения и способов применения энергонасыщенных материалов и изделий; промышленного и опытного производства индивидуальных и смесевых энергонасыщенных материалов, исходных и промежуточных продуктов для их получения; промышленного и опытного производства изделий на основе энергонасыщенных материалов; эксплуатации и хранения энергонасыщенных материалов; надзора в области промышленной безопасности при получении и использовании энергонасыщенных материалов и изделий). Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда; обобщение отечественного и зарубежного опыта.

изделий с целью научно-практической и патентной поддержки проводимых исследований.			энергонасыщенных материалов; предлагать и решать задачи, связанные с проведением исследований и испытаний порохов и ТРТ различных типов; прогнозировать параметры горения, механические характеристики и физико-химические свойства энергонасыщенных материалов; ПК-4.3 Владеет методиками расчета и экспериментального определения параметров горения, механических характеристик, физико-химических и специальных свойств энергонасыщенных материалов и изделий; навыками экспериментальной работы по исследованию энергонасыщенных материалов; основными экспериментальными методами синтеза основных компонентов, комплексного исследования их физико-химических свойств, параметров горения и механических характеристик.	Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н, Обобщенная трудовая функция В. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем. В /02.6. Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований (уровень квалификации – 6).

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- существующие и перспективные конструкции зарядов и пути увеличения эффективности их действия;
- взаимосвязь баллистических характеристик зарядов с энергетическими и геометрическими параметрами ЭМ;
- закономерности газообразования при горении пороха в постоянном и переменном объёме;
- физические и термодинамические процессы, происходящие в канале ствола орудия;
- физические и термодинамические процессы, происходящие в внутри камеры и сопла ракетного двигателя;
- современный уровень (диапазоны изменения) энергетических и баллистических характеристик порохов и ТРТ;
- баллистические характеристики основных типов артиллерийских и ракетных систем;

уметь:

- формулировать прямую и обратную задачи внутренней баллистики;

владеть:

- современными представлениями в области энергетики и внутренней баллистики ЭМ;
- навыками изучения и обобщения информации в области разработки, исследования и применения энергонасыщенных материалов.

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объём дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,89	32	24
в том числе в форме практической подготовки	–	–	–
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	–	–	–
Лабораторные работы (ЛР)	–	–	–
в том числе в форме практической подготовки	–	–	–
Самостоятельная работа	2,11	76	57
Контактная самостоятельная работа	2,11	–	–
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		76	57
Виды контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
Вид итогового контроля:		Экзамен	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Название раздела	Академ. часов		
		Всего	Лекции	Самост. работа
1.	Раздел 1. Предмет и задачи баллистики	3	1	2
2.	Раздел 2. Введение в ракетную технику. Основы внутренней баллистики РДТТ	39	13	26
2.1.	Основные соотношения теории реактивного движения.	6	2	4
2.2.	Формула Циолковского для идеальной скорости одноступенчатой ракеты. Многоступенчатые ракеты.	9	3	6
2.3.	Равновесное давление в камере сгорания РДТТ.	6	2	4
2.4.	Законы и основные характеристики движения газового потока.	4	1	3
2.5.	Течение газа по соплу. Критическая скорость. Форма сверхзвукового сопла.	8	3	5
2.6.	Режимы работы сверхзвукового сопла.	6	2	4
3.	Раздел 3. Законы горения порохов и образования газов в постоянном объёме	29	7	22
3.1.	Геометрический закон горения.	4	1	3
3.2.	Быстрота газообразования. Понятие о дегрессивных и прогрессивных формах.	5	1	4
3.3.	Удельная быстрота газообразования – опытная характеристика прогрессивности горения. Отличие опытной кривой от теоретической.	4	1	3
3.4.	Зависимость давления от условий заряжания при горении пороха в постоянном объёме.	8	2	6
3.5.	Теоретическая зависимость $p(t)$. Учет теплотеря.	8	2	6
4.	Раздел 4. Внутренняя баллистика ствольных систем	37	11	26
4.1.	Физические основы процесса выстрела.	5	1	4
4.2.	Основные периоды движения снаряда по каналу ствола и зависимости между параметрами в каждом периоде.	6	2	4
4.3.	Баланс энергии при выстреле и основное уравнение внутренней баллистики.	9	3	6
4.4.	КПД и др. характеристики выстрела.	6	2	4
4.5.	Основные задачи внутренней баллистики.	3	1	2
4.6.	Решение ОЗВБ аналитическими и табличными методами.	4	1	3
4.7.	Пути увеличения дульной скорости снаряда. Поправочные формулы внутренней баллистики.	4	1	3
	Итого:	108	32	76
	Экзамен	36		
	Всего часов	144		

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Предмет и задачи баллистики.

Предмет и задачи баллистики. Деление баллистики на внутреннюю и внешнюю. Связь баллистики и технологии производства порохов.

Раздел 2. Введение в ракетную технику. Основы внутренней баллистики РДТТ.

Основные соотношения теории реактивного движения. Уравнение Мещерского для материальной точки переменной массы. Реактивная сила. Тяга двигателя. Удельная тяга. Скорость истечения газов. Секундный расход газов.

Формула Циолковского для идеальной скорости одноступенчатой ракеты. Многоступенчатые ракеты. Влияние параметров ракеты на скорость полёта. Действительная скорость полёта ракеты.

Равновесное давление в камере сгорания РДТТ. Влияние параметров заряда и двигателя на равновесное давление. Влияние показателя степени в законе скорости горения на устойчивость давления в камере сгорания.

Законы и основные характеристики движения газового потока (основные соотношения): уравнение состояния, уравнения термодинамического процесса, установившееся течение, одномерность течения, уравнение расхода (сохранения массы), уравнение сохранения энергии.

Течение газа по соплу. Скорость звука в газах. Максимальная скорость истечения. Зависимость параметров газа от местной скорости потока. Зависимость местной скорости звука от скорости потока. Критическая скорость. Форма сверхзвукового сопла.

Работа сопла РД. Площадь критического и выходного сечения сопла. Тепловые и газодинамические потери. Режимы работы сверхзвукового сопла.

Раздел 3. Законы горения порохов и образования газов в постоянном объёме.

Геометрический закон горения (признак Вьеля). Импульс давления. Энергетические и баллистические характеристики порохов.

Быстрота газообразования. Понятие о дегрессивных и прогрессивных формах. Пути обеспечения прогрессивного горения. Связь между геометрией пороха и образованием газов (функция формы).

Несоответствие геометрического закона горения опытным данным. Удельная быстрота газообразования – опытная характеристика прогрессивности горения. Отличие опытной кривой от теоретической.

Зависимость давления от условий заряжания при горении пороха в постоянном объёме. Формула Нобля-Шишкова. Общая формула пиростатики. Теоретическая зависимость $p(t)$. Учет теплопотерь.

Раздел 4. Внутренняя баллистика ствольных систем.

Физические основы процесса выстрела. Основные периоды движения снаряда по каналу ствола и зависимости между параметрами в каждом периоде.

Баланс энергии при выстреле и основное уравнение внутренней баллистики. Потенциал пороха. Предельная скорость снаряда. КПД и др. характеристики выстрела.

Основные задачи внутренней баллистики. Общие понятия. Решение ОЗВБ аналитическими и табличными методами. Пути увеличения дульной скорости снаряда. Поправочные формулы внутренней баллистики.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:				
1.	– существующие и перспективные конструкции зарядов и пути увеличения эффективности их действия;	+	+		+
2.	– взаимосвязь баллистических характеристик зарядов с энергетическими и геометрическими параметрами ЭМ;		+		+
3.	– закономерности газообразования при горении пороха в постоянном и переменном объеме;		+	+	
4.	– физические и термодинамические процессы, происходящие в канале ствола орудия;				+
5.	– физические и термодинамические процессы, происходящие в внутри камеры и сопла ракетного двигателя;		+		
6.	– современный уровень (диапазоны изменения) энергетических и баллистических характеристик порохов и ТРТ;		+	+	+
7.	– баллистические характеристики основных типов артиллерийских и ракетных систем;	+	+		+
	Уметь:				
8.	– формулировать прямую и обратную задачи внутренней баллистики;				+
	Владеть:				
9.	– современными представлениями в области энергетики и внутренней баллистики ЭМ;	+	+		+
10.	– навыками изучения и обобщения информации в области разработки, исследования и применения энергонасыщенных материалов.		+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:					
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			

11.	ПК- 4 Способен разрабатывать инновационные методики и программы проведения исследований и испытаний артиллерийских порохов, баллистических и смесевых ТРТ	ПК-4.1 Знает основные методы, используемые при проведении исследований и испытаний порохов и ТРТ различного типа; физико-химические основы возникновения и развития самораспространяющихся процессов горения и детонации и методы расчёта их параметров; физические основы взрыва в различных средах; методы создания новых составов с заданными физико-химическими, баллистическими, механическими и другими специальными свойствами; принципы подбора компонентов и зависимость важнейших свойств энергонасыщенных материалов от природы и соотношения компонентов;	+	+	+	+
12.		ПК-4.2 Умеет теоретически рассчитывать и экспериментально определять термодинамические характеристики энергонасыщенных материалов; предлагать и решать задачи, связанные с проведением исследований и испытаний порохов и ТРТ различных типов; прогнозировать параметры горения, механические характеристики и физико-химические свойства энергонасыщенных материалов;		+	+	+

13.	ПК-4.3 Владеет методиками расчета и экспериментального определения параметров горения, механических характеристик, физико-химических и специальных свойств энергонасыщенных материалов и изделий; навыками экспериментальной работы по исследованию энергонасыщенных материалов; основными экспериментальными методами синтеза основных компонентов, комплексного исследования их физико-химических свойств, параметров горения и механических характеристик.			+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине не предусмотрены.

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- поиск и изучение интернет-ресурсов по тематике дисциплины;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- подготовку к сдаче экзамена (6 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, обучающимся лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Реферативно-аналитические работы по дисциплине не предусмотрены.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля в 6 семестре предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по разделам 2-4). Максимальная оценка за контрольные работы №1 и №3 составляет по 25 баллов за каждую работу. Максимальная оценка за контрольную работу №2 составляет 10 баллов.

Раздел 1.

Текущий контроль знаний по разделу 1 не предусмотрен.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 25 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса: 13 баллов за первый вопрос и 12 баллов за второй.

1. Уравнение сохранения энергии адиабатического газового потока. Скорость газового потока в выходном сечении сопла. Уравнение сохранения энергии несжимаемой жидкости (уравнение Бернулли).
2. Уравнение Мещерского.
3. Формула Циолковского для идеальной скорости ракеты.
4. Действительная скорость полета ракеты.

5. Тяга реактивного двигателя. Удельная тяга.
6. Скорость звука в газах.
7. Влияние рекомбинации продуктов на их течение по соплу РД.
8. Максимальная скорость истечения. Зависимость параметров газа от местной скорости потока.
9. Зависимость местной скорости звука от скорости потока. Критическая скорость.
10. Правила течения дозвуковых и сверхзвуковых потоков.
11. Условие достижения скорости звука в газовом потоке.
12. Формы сопел ракетных двигателей. Режимы работы сверхзвукового сопла.
13. Достоинства и недостатки конических и профилированных сопел.
14. Площадь критического и выходного сечения сопла. Уширение сопла.
15. Термический КПД ракетного двигателя.
16. Высотная и дроссельная характеристики ракетных двигателей.

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за каждый вопрос.

1. Энергетические и баллистические характеристики энергонасыщенных материалов.
2. Некоторые особенности расчёта термодинамических и энергетических характеристик энергонасыщенных материалов.
3. Геометрический закон горения (признак Шмица). Скорость горения.
4. Импульс давления. Полный импульс давления и его связь с характеристиками порохового элемента.
5. Быстрота газообразования.
6. Понятие о дегрессивных и прогрессивных формах.
7. Связь между геометрией пороха и образованием газов (функция формы).
8. Понятие о дегрессивности и прогрессивности горения.
9. Пути обеспечения прогрессивного горения.
10. Несоответствие геометрического закона горения опытным данным.
11. Удельная быстрота газообразования – опытная характеристика прогрессивности горения. Отличие опытной кривой от теоретической.
12. Зависимость давления от условий заряжания при горении пороха в постоянном объёме.
13. Формула Нобля-Шишкова.
14. Общая формула пиростатики.
15. Теоретическая зависимость $p(t)$.
16. Учет теплотеря при горении пороха в манометрической бомбе.
17. Экспериментальное определение силы пороха и коволюма по опытам в манометрической бомбе.

Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 25 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса: 13 баллов за первый вопрос и 12 баллов за второй.

1. Физические основы процесса выстрела.
2. Основные периоды движения снаряда по каналу ствола и зависимости между параметрами в каждом периоде.
3. Баланс энергии при выстреле.
4. Основное уравнение внутренней баллистики.
5. Потенциал пороха. Предельная скорость снаряда.
6. КПД и др. характеристики выстрела.

7. Коэффициент заполнения индикаторной диаграммы выстрела как один из важнейших энергетических параметров.
8. Основные задачи внутренней баллистики. Общие понятия.
9. Обзор различных методов решения ОЗВБ.
10. Аналитический метод Н.Ф. Дроздова как основной метод расчёта ОЗВБ.
11. Взаимосвязь основных баллистических параметров в предварительном периоде выстрела.
12. Взаимосвязь основных баллистических параметров в первом периоде выстрела.
13. Взаимосвязь основных баллистических параметров во втором периоде выстрела.
14. Понятие о периоде последствия газов на снаряд.
15. Пути увеличения дульной скорости снаряда.
16. Понятие о табличном методе расчёта ОЗВБ. Структура таблиц ГАУ.
17. Поправочные формулы внутренней баллистики.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (6 семестр – экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 2-4 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. Вопрос 1 – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов. Максимальное количество баллов за *экзамен* (6 семестр) – 40 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (6 семестр – экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 2-4 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. Вопрос 1 – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов. Максимальное количество баллов за *экзамен* (6 семестр) – 40 баллов.

1. Уравнение Мещерского.
2. Формула Циолковского для идеальной скорости ракеты.
3. Действительная скорость полета ракеты.
4. Тяга реактивного двигателя. Удельная тяга.
5. Скорость звука в газах.
6. Правила течения дозвуковых и сверхзвуковых потоков.
7. Формы сопел ракетных двигателей. Режимы работы сверхзвукового сопла.
8. Быстрота газообразования.
9. Понятие о дегрессивных и прогрессивных формах.
10. Связь между геометрией пороха и образованием газов (функция формы).
11. Формула Нобля-Шишкова.
12. Основные периоды движения снаряда по каналу ствола и зависимости между параметрами в каждом периоде.
13. Баланс энергии при выстреле.
14. Основное уравнение внутренней баллистики.
15. Аналитический метод Н.Ф. Дроздова как основной метод расчёта ОЗВБ.
16. Пути увеличения дульной скорости снаряда.

Фонд оценочных средств приведён в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и пример билетов для экзамена (6 семестр)

Экзамен по дисциплине "Внутренняя баллистика" проводится в 6 семестре и включает контрольные вопросы по трём разделам (2, 3, 4) рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для экзамена:

<i>"Утверждаю"</i> Зав. кафедрой ХТВМС _____ В.А. Петров " " 20__ г.	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева Кафедра ХТВМС Специальность 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий" Специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов и твёрдых ракетных топлив" Дисциплина: Внутренняя баллистика
" " 20__ г.	Студент гр. И-35 _____
Билет № 1	
1. Сила тяги реактивного двигателя. Удельная тяга. 2. Связь максимального давления и условий заряжания при сгорании пороха в постоянном объеме. Экспериментальное определение силы пороха и коволюма.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Андреев К.К., Беляев А.Ф. Теория взрывчатых веществ.- М.: Оборонгиз, 1960.- 595 с. (базовая).
2. Ерохин, Б.Т. Теория и проектирование ракетных двигателей [Электронный ресурс] : учебник / Б.Т. Ерохин. – Электрон. изд. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 608 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/60037>. – Загл. с экрана.
3. Денисюк А.П., Шепелев Ю.Г. Определение баллистических характеристик и параметров горения порохов и ТРТ: Лабораторный практикум. М.: РХТУ. 2009. – 136 с.

Б. Дополнительная литература

1. Юдаев Б.Н. Техническая термодинамика.- М.: Высшая школа, 1988. – 479 с.
2. Феодосьев В.И., Синярёв Г.Б. Введение в ракетную технику. М.: Оборонгиз, 1961, 506 с.
3. Серебряков М.Е. Внутренняя баллистика ствольных систем и пороховых ракет. 3-е изд., перераб. и доп., М.: Оборонгиз, 1962, 703 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

–Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

–Журнал "Химическая физика". ISSN: 0207-401X.

–Журнал "Физика горения и взрыва". ISSN: 0430-6228.

–Журнал "Аэрокосмическая техника" ("Ракетная техника и космонавтика").
ISSN: 0131-8209.

- Журнал "Боеприпасы. XXI век". ISSN: 2073-6649.
- Журнал "Боеприпасы и спецхимия". ISSN: 1995-154X.
- Журнал "Боеприпасы и высокоэнергетические конденсированные системы". ISSN: 1999-6500.
- Журнал "Успехи в химии и химической технологии". ISSN: 1506-2017.
- Журнал "Propellants, Explosives, Pyrotechnics". ISSN: 0721-3115.
- Журнал "Central European Journal of Energetic Materials". ISSN: 1733-7178.

Рекламные материалы ведущих НИИ и заводов ОПК в области артиллерии, ракетной техники, порохов, твёрдых ракетных топлив, пиротехнических составов и средств.

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www.fcdd.ru>.
- <https://www.roscosmos.ru>.
- <http://www.npoiskra.ru>.
- <http://www.npoiskra.ru/upload/rkt.pdf>.
- <http://mzperm.ru/products/9>.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 15 (общее число слайдов – 202);
- макеты боеприпасов и метательных зарядов – более 40;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 50);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 50).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 г. составляет 1 559 436 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в

процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине "Внутренняя баллистика" проводятся в форме лекций и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

Макетный класс с размещёнными в нём макетами боеприпасов.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Макеты боеприпасов и метательных зарядов, образцы порохов, шашек твёрдого ракетного топлива, используемых в отечественных образцах вооружений.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебники и учебные пособия по дисциплине.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	4	Бессрочная
2.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	4	Бессрочная
3.	OriginPro 8.1 Department Wide License	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	4	Бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
1	2	3
<i>Раздел 1. Предмет и задачи баллистики</i>	<i>Знает:</i> - существующие и перспективные конструкции зарядов и пути увеличения эффективности их действия; - современный уровень (диапазоны изменения) энергетических и баллистических характеристик порохов и ТРТ; - баллистические характеристики основных типов артиллерийских и ракетных систем;	Оценка за экзамен
<i>Раздел 2. Введение в ракетную технику. Основы внутренней баллистики РДТТ</i>	<i>Знает:</i> - физические и термодинамические процессы, происходящие в внутри камеры и сопла ракетного двигателя; - существующие и перспективные конструкции зарядов и пути увеличения эффективности их действия; - современный уровень (диапазоны изменения) энергетических и баллистических характеристик ТРТ; - баллистические характеристики основных типов ракетных систем; физические и термодинамические процессы, происходящие в внутри камеры и сопла ракетного двигателя; - взаимосвязь баллистических характеристик зарядов с энергетическими и геометрическими параметрами ЭМ;	Оценка за контрольную работу №1. Оценка за экзамен
<i>Раздел 3. Законы горения порохов и образования газов в постоянном объеме</i>	<i>Знает:</i> - закономерности газообразования при горении пороха в постоянном и переменном объеме;	Оценка за контрольную работу №2. Оценка за экзамен

1	2	3
<i>Раздел 4. Внутренняя баллистика ствольных систем</i>	<i>Знает:</i> - физические и термодинамические процессы, происходящие в канале ствола орудия; - существующие и перспективные конструкции зарядов и пути увеличения эффективности их действия; - современный уровень (диапазоны изменения) энергетических и баллистических характеристик порохов; - баллистические характеристики основных типов артиллерийских систем; физические и термодинамические процессы, происходящие в канале ствола орудия; - взаимосвязь баллистических характеристик зарядов с энергетическими и геометрическими параметрами ЭМ. <i>Умеет:</i> - формулировать прямую и обратную задачи внутренней баллистики.	Оценка за контрольную работу №3. Оценка за экзамен.

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
"Внутренняя баллистика"
основной образовательной программы
18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий"
 (Код и наименование специальности)
Специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов
и твердых ракетных топлив"
 (Наименование ООП)
 Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание изменения/дополнения	Основание внесения изменения/дополнения
1.	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения	протокол заседания Ученого совета № 1 от 30 августа 2019 г.
2.	Изменения в части обновления договоров электронных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 2 от 30 сентября 2019 г.
3.	Изменения в части использования ЭО и ДОТ при реализации основных профессиональных образовательных программ	пр. ректора № 163-А от 16 марта 2020 г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева"

"УТВЕРЖДЕНО"

на заседании Учёного совета.

Протокол № 1 от 29 августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

"Физика и химия полимеров"

Специальность 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных
материалов и изделий"

Специализация "Химическая технология полимерных композиций,
порохов и твердых ракетных топлив"

Квалификация "Инженер"

Москва 2024 г.

Программа составлена:

д.т.н., заведующим кафедрой, профессором кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений В.А. Петровым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д.И. Менделеева 18 июня 2024 г., протокол № 15.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий", специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов и твёрдых ракетных топлив" (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой химии и технологии высокомолекулярных соединений РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина "Физика и химия полимеров" относится к дисциплинам специализации обязательной части учебного плана (Б1.В.03). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физики, математики, общей и неорганической, органической, аналитической химии, физической химии, поверхностных явлений и дисперсных систем, а также по специальной дисциплине "Энергонасыщенные материалы: виды, свойства, применение".

Цель дисциплины состоит в изучении основных свойств полимеров и их взаимосвязи с химическим строением и структурой полимеров, способов синтеза и модификации полимеров, в том числе: с механическими и эксплуатационными свойствами полимеров в различных фазовых и релаксационных состояниях, свойствами полимерных композитов. В дисциплине уделяется специальное внимание вопросам физики полимерных энергетических материалов.

Задачи дисциплины состоит в формировании у обучающихся системных знаний в области физической химии и химии полимеров, понимании перспективных направлений синтеза полимеров для энергонасыщенных материалов, представлений о способах синтеза и путей совершенствования энергонасыщенных полимеров с экзоплазменными функциональными группами. В результате изучения курса обучающийся должен приобрести навыки использования теоретических представлений для практического применения при разработке энергонасыщенных полимерных материалов и способов их переработки в изделия.

Дисциплина "Физика и химия полимеров" преподаётся в 7 семестре. Контроль успеваемости обучающихся ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения.

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Участие в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах (далее - НИОКР), направленных на совершенствование получения и использования энергонасыщенных материалов и изделий и изучение их свойств; Разработка программ, методик, технических средств для проведения исследований свойств существующих и новых энергонасыщенных материалов и изделий; Обработка и анализ результатов экспериментальных исследований, формулирование выводов, подготовка отчетов и публикаций о результатах исследований, защита интеллектуальной собственности; Участие во внедрении результатов НИОКР; Поиск и анализ научно-технической информации в области	Индивидуальные и смесевые энергонасыщенные полимерные материалы и изделия на их основе; расчетные методы прогнозирования энергетических характеристик энергонасыщенных материалов; методы и приборы для исследования и оценки эффективности и практической пригодности энергонасыщенных материалов и изделий.	ПК- 1 Способен изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований, применять современные методы исследования, планировать и проводить необходимый эксперимент, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты с использованием современных методов обработки данных, представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований.	ПК-1.3 Владеет навыками изучения и обобщения научно-технической информации по тематике исследований; современными методами обработки данных; принципами разработки экспериментальных методик и программ для проведения научных исследований; практическими навыками применения современного оборудования и приборов; приемами обработки, анализа и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов.	26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: разработки, проектирования, наладки, эксплуатации и совершенствования средств, методов получения и способов применения энергонасыщенных материалов и изделий; промышленного и опытного производства индивидуальных и смесевых энергонасыщенных материалов, исходных и промежуточных продуктов для их получения; промышленного и опытного производства изделий на основе энергонасыщенных материалов; эксплуатации и хранения энергонасыщенных материалов; надзора в области промышленной безопасности при получении и использовании энергонасыщенных материалов и изделий). Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на

энергонасыщенных материалов и изделий с целью научно-практической и патентной поддержки проводимых исследований.		ПК- 4 Способен разрабатывать инновационные методики и программы проведения исследований и испытаний артиллерийских порохов, баллистических и смесевых твердых ракетных топлив (ТРТ).	ПК-4.1 Знает основные методы, использующиеся при проведении исследований и испытаний порохов и ТРТ различного типа; физико-химические основы возникновения и развития самораспространяющихся процессов горения и детонации и методы расчёта их параметров; физические основы взрыва в различных средах; методы создания новых составов с заданными физико-химическими, баллистическими, механическими и другими специальными свойствами; принципы подбора компонентов и зависимость важнейших свойств энергонасыщенных материалов от природы и соотношения компонентов; ПК-4.2 Умеет теоретически рассчитывать и экспериментально определять термодинамические характеристики энергонасыщенных материалов; предлагать и решать задачи, связанные с проведением исследований и испытаний порохов и ТРТ различных типов; прогнозировать параметры горения, механические характеристики и физико-химические свойства энергонасыщенных материалов;	рынке труда; обобщение отечественного и зарубежного опыта. Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н, Обобщенная трудовая функция В. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем. В /02.6. Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований (уровень квалификации – 6).

			ПК-4.3 Владеет методиками расчета и экспериментального определения параметров горения, механических характеристик, физико-химических и специальных свойств энергонасыщенных материалов и изделий; навыками экспериментальной работы по исследованию энергонасыщенных материалов; основными экспериментальными методами синтеза основных компонентов, комплексного исследования их физико-химических свойств, параметров горения и механических характеристик.	

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- классификацию и строение полимеров, особенности надмолекулярной организации полимеров;
- влияние молекулярного строения и надмолекулярной структуры полимеров на их релаксационные, реологические и механические свойства;
- механизмы деформирования и разрушения полимерных материалов, особенности физико-механических свойств полимеров, находящихся в различных фазовых и релаксационных состояниях;
- термодинамику растворов полимеров, методы прогнозирования растворимости полимеров, методы оценки термодинамической устойчивости полимерных материалов;
- методы регулирования физико-механических и технологических свойств полимерных материалов с помощью пластификаторов;
- основные типы полимеров и методы их синтеза, способы регулирования молекулярно-структурных свойств полимеров при синтезе, способы создания заданной молекулярной структуры полимеров, основные типы и механизм химических реакций процессов структурирования (отверждения) полимеров.

Уметь:

- определять температуры стеклования и текучести полимерных материалов;
- определять физико-механические характеристики (прочность, разрывная деформация, модуль упругости) полимерных материалов;
- проводить оценку термодинамической совместимости пластификаторов с полимерами и термодинамической устойчивости полимерных композитов;
- определять молекулярные параметры полимеров и вулканизационных сеток;
- проводить научно-обоснованный выбор полимеров для энергетических материалов.

Владеть:

- представлениями о современном уровне полимерной химии, о многообразии практического применения полимерных материалов, об основных полимеризационных и поликонденсационных процессах, о классификации полимеров и типах полимеров, применяемых в качестве компонентов энергетических материалов;
- навыками изучения и обобщения информации в области разработки, исследования и применения полимеров для энергетических материалов.

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объём дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	7	252	189
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,56	128	96
в том числе в форме практической подготовки	1,56	56	42
Лекции	1,78	64	48
Практические занятия (ПЗ)	–	–	–
Лабораторные работы (ЛР)	1,78	64	48
в том числе в форме практической подготовки	1,56	56	42
Самостоятельная работа	2,44	88	66
Контактная самостоятельная работа	1,44	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		52	39
в том числе в форме практической подготовки	1	36	27
Виды контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	Экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Название раздела	Академ. часов					
		Всего	Лекции	Лаб. работы	В т.ч. в форме пр. подг.	Самост. работа	В т.ч. в форме пр. подг.
	ФИЗИКА ПОЛИМЕРОВ	176	50	54	28	72	31
1.	Строение и свойства полимеров	60	14	12	12	56	12
1.1.	Строение макромолекул и классификация полимеров.	4	2		2	2	1
1.2.	Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение.	4	2		2	2	1
1.3.	Гибкость макромолекул	6	2		2	4	2
1.4.	Релаксационные процессы в полимерах	14	2	4	2	8	2
1.5.	Строение полимерных тел. Фазовые состояния полимеров	16	4	4	2	8	2
1.6.	Кристаллические и аморфные полимеры. Жидкокристаллическое состояние полимеров	16	2	4	2	10	4
2.	Деформация и разрушение полимеров	54	18	12	8	24	10
2.1.	Основные виды деформации	12	4		2	8	2
2.2.	Деформация полимеров в высокоэластическом состоянии.	14	6	4	2	4	3
2.3.	Деформация полимеров в стеклообразном и кристаллическом состояниях.	14	6	4	2	4	3
2.4.	Прочность и процессы разрушения.	14	2	4	2	8	2
3.	Растворы полимеров	62	18	30	8	14	9
3.1.	Особенности растворения полимеров.	16	4	8	2	4	2
3.2.	Фазовое равновесие в системах полимер – растворитель.	16	6	8	2	2	2
3.3.	Термодинамика растворов полимеров.	16	4	8	2	4	2
3.4.	Пластификация полимеров	14	4	6	2	4	3
	ХИМИЯ ПОЛИМЕРОВ	40	14	10	20	16	5
4.	Синтез полимеров	12	6	0	12	6	3

4.1.	Радикальная полимеризация	4	2		4	2	1
4.2.	Ионная полимеризация	4	2		4	2	1
4.3.	Ступенчатая полимеризация	4	2		4	2	1
5.	Отверждение и структурирование полимеров	12	4	4	6	4	1
6.	Полимеры для энергетических материалов	16	4	6	2	6	1
	Итого:	216	64	64	56	88	36
	Экзамен	36				36	
	Всего часов	252					

4.2. Содержание разделов дисциплины

ФИЗИКА ПОЛИМЕРОВ

Раздел 1. Строение и свойства полимеров

1.1. Цели, задачи и основные разделы курса

Значение дисциплины для подготовки обучающихся в области технологии и материаловедения энергетических полимерных композиций. Понятие о типах полимерных композиций. Связь дисциплины с общетеоретическими и специальными курсами.

1.2. Строение макромолекул и классификация полимеров

Регулярные и нерегулярные полимеры. Конфигурация и конформация макромолекул. Макромолекула, цепь, элементарное звено. Молекулярная масса основного звена и макромолекулы. Высокополимеры и олигомеры. Линейные, разветвленные и пространственные полимеры. Гомоцепные и гетероцепные полимеры. Энергии связи между атомами в полимерной цепи. Сополимеры. Статистические сополимеры, блок-сополимеры, привитые сополимеры.

1.3. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение

Понятие о полидисперсности полимеров. Среднечисловая и среднемассовая молекулярная массы. Интегральные и дифференциальные кривые молекулярно-массового распределения. Молекулярно-структурные характеристики сетчатых полимеров. Плотность пространственной сетки и способы её выражения.

Методы измерения молекулярной массы. Осмометрический, криоскопический и эбулиоскопический методы. Метод светорассеяния. Метод вискозиметрии. Уравнение Марка–Хауинка–Куна. Методы оценки молекулярно-массового распределения. Коэффициент полидисперсности. Методы фракционирования. Метод гельпроникающей хроматографии.

1.4. Гибкость макромолекул

Внутреннее вращение в макромолекулах. Свободно сочленённая цепь и цепь с фиксированными валентными углами. Свободное и заторможенное вращение. Потенциальный барьер вращения. Поворотные изомеры. Гош- и транс-форма. Внутреннее вращение и гибкость цепи. Термодинамическая гибкость цепи, определяющая конформацию изолированной макромолекулы в равновесном состоянии. Термодинамическая вероятность цепи, выраженная формулой Гаусса. Наивероятнейшее и среднеквадратичное расстояние между концами свободно сочленённой и реальной цепи. Параметры термодинамической гибкости цепи: сегмент Куна, персистентная длина, параметр Флори. Кинетическая гибкость цепи, отражающая скорость перехода из одной конформации в другую и проявляющаяся при взаимодействии полимера с внешним полем (механическим, электрическим, магнитным). Кинетический сегмент. Зависимость кинетической гибкости от потенциального барьера вращения, температуры, плотности

сетки сшитого полимера. Гибкоцепные и жесткоцепные полимера. Конфигурации и конформации макромолекул. Конформации клубка, спирали; вытянутая конформация (стержень, "коленчатый вал"), складчатая конформация.

1.5. Релаксационные процессы в полимерах

Время и спектр времен релаксации. Критерий Деборы. Релаксационные (физические) состояния аморфных полимеров. Особенности молекулярного движения в полимерах, находящихся в стеклообразном, высокоэластическом и вязкотекучем состояниях. Термомеханический метод исследования полимеров. Температуры стеклования и текучести. Механизм структурного стеклования. Теории стеклования. Структурное и механическое стеклование. Влияние химического строения макромолекул и степени полимеризации на температуры стеклования и текучести. Экспериментальные методы измерения температуры стеклования: дилатометрия, термомеханический, дифференциальный термический анализ и дифференциальная сканирующая калориметрия, методы основанные на измерениях модуля упругости, диэлектрических и механических потерь.

1.6. Строение полимерных тел

1.6.1. Фазовые состояния полимеров. Агрегатные и фазовые состояния веществ. Кристаллическое, жидкостное (аморфное) и жидкокристаллическое фазовые состояния. Термодинамическое и структурное понимание фазы. Фазовые переходы. Методы изучения фазового состояния и структуры полимеров.

1.6.2. Кристаллические и аморфные полимеры. Надмолекулярная структура аморфных и кристаллических полимеров. Рентгенограммы кристаллических полимеров. Степень кристалличности. Кристаллографическая ячейка. Морфология – совокупность наблюдаемых структурных образований, их форма и границы, взаимное расположение и иерархия. Основные морфологические формы кристаллических полимеров. Монокристаллы и складчатая конформация макромолекул. Кристаллы с выпрямленными и сложенными цепями. Ламели. Сферолиты. Модели структуры аморфных и кристаллических полимеров. Жидкокристаллические полимеры. Ориентированное состояние полимеров. Явления ориентации в процессах переработки полимеров.

Раздел 2. Деформационные свойства и прочность полимеров

2.1. Основные виды деформации и разрушения. Хрупкое и пластическое разрушение; деформации, предшествующие разрушению. Деформационная кривая. Относительное и остаточное удлинение. Разрушающее напряжение. Уравнения деформации упругих, пластичных, упруговязких и вязкоупругих тел. Явления релаксации напряжения и ползучести.

2.2. Деформация полимеров в высокоэластическом состоянии. Термодинамика высокоэластической деформации идеального каучука. Влияние плотности сетки на модуль упругости. Эластичность реального каучука. Уравнения Уолла и Муни–Ривлина. Релаксационный характер высокоэластической деформации. Равновесный и релаксационный модули упругости. Принцип температурно-временной суперпозиции и его применение для расчета релаксационных характеристик полимеров. Уравнение Вильямса–Лэнделла–Ферри. Деформация эластомеров при циклическом нагружении. Гистерезисные явления и механические потери. Влияние скорости нагружения на температуру стеклования и модуль упругости.

2.3. Деформация стеклообразных и кристаллических полимеров. Явление вынужденной эластичности. Предел вынужденной эластичности и его зависимость от температуры и скорости нагружения. Температура хрупкости. Закономерности деформации кристаллических полимеров.

2.4. Прочность и процессы разрушения. Прочность и долговечность. Методы оценки деформационно-прочностных свойств полимеров. Теоретическая и техническая прочности. Механизмы разрушения. Термодинамическая и кинетическая концепции

разрушения. Термофлуктуационная теория прочности. Уравнение Журкова, физический смысл коэффициентов уравнения. Основные стадии разрушения полимеров. Критерий Бейли. Факторы, влияющие на прочность. Особенности разрушения полимеров в различных релаксационных состояниях. Прочность и разрушение полимеров при циклических и ударных нагрузках. Способы повышения прочности.

Раздел 3. Растворы полимеров

3.1. Особенности растворения полимеров. Растворение и набухание полимеров. Степень набухания. Факторы, определяющие растворение и набухание: природа полимера и растворителя, гибкость цепи, молекулярная масса полимера, плотность упаковки макромолекул, неоднородность по химическому строению, надмолекулярная структура, температура.

3.2. Фазовое равновесие в системах полимер – растворитель. Правило фаз Гиббса, его применение к растворам полимеров. Жидкостное и кристаллическое разделение раствора на две фазы. Диаграммы состояния растворов полимеров. Бинодаль. Спинодаль. Верхние и нижние критические температуры растворения (ВКТР и НКТР). Влияние молекулярной массы полимера на положение ВКТР и НКТР. Термодинамическая устойчивость растворов. Механизм фазового распада растворов полимеров. Бинодальный и спинодальный распад. Критерии термодинамической устойчивости. Устойчивые, метастабильные, лабильные системы и фазы.

Полимерные гели (студни). Отличие гелей от растворов. Классификация гелей. Термообратимые и термонеобратимые гели. Однофазные и двухфазные гели.

3.3. Термодинамика растворов полимеров. Общие термодинамические соотношения. Свободная энергия, энтальпия и энтропия смешения. Тепловые эффекты растворения и их зависимость от состава и свойств компонентов раствора. Параметры растворимости. Зависимость энтальпии смешения от параметров растворимости компонентов раствора. Прогнозирование взаимной растворимости полимеров и растворителей с помощью параметров растворимости. Одномерная, двухмерная и трёхмерная модели растворимости. Методы расчёта и экспериментальных измерений параметров растворимости.

Теория Флори–Хаггинса, ее основные предпосылки. Уравнение Флори–Хаггинса. Параметр энергетического взаимодействия (параметр Хаггинса) и его физический смысл. Особенности термодинамики растворения кристаллических и стеклообразных полимеров.

Термодинамика набухания сетчатых полимеров. Уравнение Флори–Ренера. Типы полимерных сеток, содержащих растворитель (сетки первого и второго типа). Влияние плотности сетки на термодинамическое сродство компонентов. Применение уравнения Флори–Ренера для измерения плотности сетки в сшитом полимере.

3.4 Пластификация полимеров.

Задачи и механизм пластификации. Молекулярная и межструктурная пластификация. Требования к пластификаторам. Виды пластификаторов и мягчителей. Эффективность действия пластификаторов и ее связь с видом и концентрацией и пластификатора. Уравнения Журкова, Каргина–Малинского, Фокса. Пластификация полимера полимером. Термодинамическая устойчивость пластифицированных полимеров и экспериментальные методы ее оценки.

4. Синтез полимеров

Функции полимеров в энергонасыщенных материалах. Требования к полимерам.

4.1. Радикальная полимеризация

Механизм радикальной полимеризации. Основные стадии полимеризации. Способы инициирования. Реакции роста, обрыва и передачи цепи. Инициаторы, ингибиторы и регуляторы полимеризации. Факторы, влияющие на регулярность строения макромолекул, молекулярную массу и молекулярно-массовое распределение.

Сополимеризация. Влияние активности мономеров на состав сополимера. Способы проведения полимеризации.

4.2. Ионная полимеризация

4.2.1. Катионная полимеризация. Катализаторы катионной полимеризации. Типы мономеров. Полимеризация гетероциклических и ненасыщенных соединений. Реакции образования активного центра, роста, обрыва и передачи цепи. Виды и характеристики эластомеров с низкой степенью неопределенности. Бутилкаучук, простые полиэфиры.

4.2.2. Анионная полимеризация. Катализаторы анионной полимеризации. Типы мономеров. Особенности реакций роста и обрыва цепи. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение полимеров, получаемых методом анионной полимеризации. “Живые” макромолекулы. Получение блок-сополимеров. Термоэластопласты. Стереоспецифическая полимеризация. Получение стереорегулярных полимеров. Синтез олигомеров с концевыми функциональными группами. Способы проведения ионной полимеризации.

4.3. Ступенчатая полимеризация

4.3.1. Типы реакций ступенчатой полимеризации. Равновесная и неравновесная поликонденсация. Факторы, влияющие на молекулярную массу и молекулярно-массовое распределение. Трёхмерная поликонденсация. Методы проведения реакций поликонденсации.

4.3.2. Виды и свойства полимеров, получаемых методом ступенчатой полимеризации. Простые и сложные полиэфиры, полиамиды, полисульфиды, полиуретаны и полиэфируретаны. Эпоксидные смолы.

5. Отверждение и структурирование полимеров

Полимерные сетки и способы их получения. Отверждающие и вулканизующие системы. Стадии процессов структурирования и отверждения. Требования к сшивающим агентам. Механизмы реакций структурирования и отверждения. Структурирование ненасыщенных эластомеров. Серные вулканизующие системы, ускорители и активаторы. Сшивание эластомеров с низкой степенью неопределенности, системы на основе производных хинона и ди-N-оксидов. Особенности отверждения олигомеров с концевыми функциональными группами. Отверждение гидроксил- и карбоксилсодержащих полимеров. Отверждение тиоколов, полиуретанов и эпоксидных смол. Отверждение энергонасыщенных полимеров.

6. Полимеры для энергетических материалов

6.1. Виды и характеристики энергетически неактивных эластомеров, получаемых методами радикальной и ионной полимеризации. Неопределённые каучуки. Олигомеры с концевыми функциональными группами. Бутадиеновые, бутадиен-нитрильные и карбоксилированные каучуки. Каучуки с концевыми карбоксильными и гидроксильными группами. Блок-сополимеры, Низкомолекулярные каучуки – блок-сополимеры бутадиена и изопрена с концевыми гидроксильными и эпоксидными группами.

6.2. Энергонасыщенные полимеры

Энергонасыщенные полимеры в технологии порохов и ТРТ. Основные классы синтетических энергонасыщенных полимеров. Типы экзоплазмирующих групп (энергонасыщенных заместителей). Виды энергонасыщенных синтетических полимеров. Поливинилнитрат, глицидилазидные, оксиановые и оксетановые полимеры. Способы синтеза, строение, свойства. Проблемы применения энергонасыщенных полимеров в составах порохов и ТРТ.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

/п	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6
	Знать:						
1.	– классификацию и строение полимеров;	+					+
2.	– способы измерения молекулярной массы и ММР полимеров;	+					
3.	– влияние строения полимеров на их релаксационные, реологические и механические свойства;	+	+				+
4.	– термодинамику растворов полимеров, методы прогнозирования растворимости полимеров, методы оценки термодинамической устойчивости пластифицированных полимерных материалов.			+			
5.	– механизмы деформирования и разрушения полимеров, особенности физико-механических свойств полимеров в различных фазовых и релаксационных состояниях;		+				
6.	– химию и способы синтеза полимеров с различным химическим строением;				+		+
7.	– химическое строение и основные характеристики полимерных компонентов энергетических материалов;	+		+	+		+
8.	– способы отверждения полимеров.					+	+
	Уметь:						
9.	– определять температуры стеклования и текучести полимерных материалов;	+	+				
10.	– определять физико-механические характеристики (прочность, деформация, модуль упругости) полимерных материалов;		+				
11.	– проводить оценку термодинамической совместимости пластификаторов с полимерами;			+			

12.	– определять молекулярные параметры вулканизационных сеток; проводить выбор сшивающих агентов для создания пространственно-сшитых полимерных систем с различным химическим строением, осуществлять контроль за процессами отверждения энергетических материалов.			+		+	+
13.	– проводить выбор полимерных компонентов энергетических материалов в соответствии с требованиями по проектируемым технологическим и эксплуатационным свойствам изделий;	+	+	+	+	+	+
	Владеть:						
14.	– навыками изучения и обобщения информации в области химии, физики и технологии полимерных материалов.	+	+	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:							
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК					
15.	ПК- 1 Способен изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований, применять современные методы исследования, планировать и проводить необходимый эксперимент, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты с использованием современных методов обработки данных, представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований.	ПК-1.3 Владеет навыками изучения и обобщения научно-технической информации по тематике исследований; современными методами обработки данных; принципами разработки экспериментальных методик и программ для проведения научных исследований; практическими навыками применения современного оборудования и приборов; приемами обработки, анализа и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов.	+		+	+	+

16.	ПК- 4 Способен разрабатывать инновационные методики и программы проведения исследований и испытаний артиллерийских порохов, баллистических и смесевых ТРТ	ПК-4.1 Знает основные методы, использующиеся при проведении исследований и испытаний порохов и ТРТ различного типа; физико-химические основы возникновения и развития самораспространяющихся процессов горения и детонации и методы расчёта их параметров; физические основы взрыва в различных средах; методы создания новых составов с заданными физико-химическими, баллистическими, механическими и другими специальными свойствами; принципы подбора компонентов и зависимость важнейших свойств энергонасыщенных материалов от природы и соотношения компонентов;	+	+	+	+	+	+
		ПК-4.2 Умеет теоретически рассчитывать и экспериментально определять термодинамические характеристики энергонасыщенных материалов; предлагать и решать задачи, связанные с проведением исследований и испытаний порохов и ТРТ различных типов; прогнозировать параметры горения, механические характеристики и физико-химические свойства энергонасыщенных материалов;	+	+	+	+	+	+

		ПК-4.3 Владеет методиками расчета и экспериментального определения параметров горения, механических характеристик, физико-химических и специальных свойств энергонасыщенных материалов и изделий; навыками экспериментальной работы по исследованию энергонасыщенных материалов; основными экспериментальными методами синтеза основных компонентов, комплексного исследования их физико-химических свойств, параметров горения и механических характеристик.	+	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине не предусмотрены.

6.2. Лабораторные занятия

Примерные темы лабораторных занятий по дисциплине

№ п/п	Раздел	Наименование лабораторных работ	Часы
1.	1, 2, 3	Исследование фазовых и релаксационных переходов в полимерах с помощью дифференциального сканирующего калориметра DSC Mettler-Toledo.	22
2.	1, 2, 3	Исследование механических свойств полимеров с помощью термомеханического анализатора TMA Mettler-Toledo.	18
3	1, 2	Исследование деформационных и прочностных свойств полимеров с помощью испытательной разрывной машины.	14
4	5, 6	Изучение отверждения ненасыщенных каучуков отверждающей системой на основе отвердителей класса динитрилоксидов	10

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- подготовку к теоретическому коллоквиуму (допуску) к выполнению лабораторных работ по тематике курса на основе проработки рекомендованной литературы и работы с электронно-библиотечными системами;
- поиск и изучение интернет-ресурсов по тематике курса;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- подготовку к сдаче экзамена (7 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, обучающимся лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Реферативно-аналитические работы по дисциплине не предусмотрены.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля в 7 семестре предусмотрено 3 контрольных работы (контрольная работа №1 – по разделам 1-2, №2 – по разделам 3-4, №3 – по разделам 5-6,). Максимальная оценка за контрольные работы составляет по 20 баллов за каждую.

Разделы 1-2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 4 вопроса по 5 баллов за каждый.

1. Молекулярно-массовое распределение, методы оценки ММР. Причины различия ММР полимеров, получаемых методами радикальной и анионной полимеризации.
2. Надмолекулярная структура кристаллических полимеров, степень кристалличности и её влияние на механические свойства полимеров.
3. Изменение свободной энергии смешения полимеров с растворителями. Виды диаграмм состояния. Предел совместимости пластификаторов с полимерами и методы его определения.
4. Физические и фазовые состояния полимеров и их природа. Термомеханический метод изучения деформационных свойств полимеров. Как определить плотность пространственной сетки полимера с помощью механических методов?
5. Применение метода ДСК для изучения полимерных материалов.
6. Конформация свободно сочлененной цепи. Виды конформаций макромолекул. Влияние химического строения макромолекул на конформацию.
7. Влияние химического строения макромолекул на жесткость цепи. Статистический сегмент Куна.
8. Параметры растворимости. Оценка взаимной растворимости компонентов с помощью параметров растворимости.
9. Теория растворов Флори-Хаггинса. Параметр Хаггинса.
10. Фазовое равновесие в растворах полимеров. Механизм фазового расслоения. Методы определения совместимости полимеров с пластификаторами.
11. Пластификация полимеров. Механизм пластификации, эффективность действия пластификаторов. Какие экспериментальные методы можно использовать для оценки эффективности пластификатора?
12. Диаграммы фазового состояния растворов полимеров, предел совместимости растворителя с полимером, методы оценки термодинамической устойчивости.
13. Механизм стеклования. Структурное и механическое стеклование. Методы определения. Практическое значение T_g .
14. Достоинства и недостатки теории Флори-Хаггинса.

Разделы 3-4. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 4 вопроса по 5 баллов за каждый.

1. Термодинамика деформации и природа сил упругости полимера.
2. Равновесный и релаксационный модуль упругости. Зависимость релаксационного модуля от температуры и скорости деформирования.
3. Зависимость высокоэластической деформации от напряжения, уравнения Уолла и Муни-Ривлина и их применение для экспериментального измерения плотности сетки.

4. Влияние температуры на скорость деформации, принцип температурно-временной суперпозиции. Уравнение ВЛФ и его практическое значение.
5. Прочность и долговечность полимеров. Флуктуационная теория прочности.
6. Явление вынужденной высокоэластичности, Предел вынужденной эластичности, температура хрупкости и методы их определения.
7. Деформация полимеров в высокоэластическом состоянии. Природа эластичности.
8. Особенности деформации полимеров при динамическом нагружении. Механические потери, модуль и тангенс угла механических потерь.
9. Деформация кристаллических полимеров. Предел текучести и природа деформационных процессов.
10. Теоретическая и практическая прочность полимеров. Факторы, влияющие на прочность и пути её увеличения.
11. Особенности деформации полимеров при динамическом нагружении. Как определить температуру стеклования полимера?
12. Влияние температуры на скорость деформации, принцип температурно-временной суперпозиции. Как определить релаксационный модуль композиции на основе полимера при ее долговременном хранении.
13. Применение метода ТМА для изучения полимерных материалов.
14. Зависимость высокоэластической деформации от напряжения, уравнение Муни-Ривлина. Физический смысл коэффициентов уравнения Муни-Ривлина.

Разделы 5-6. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса по 10 баллов за каждый.

1. Основные типы реакций синтеза полимеров. Механизм радикальной полимеризации.
2. Основные стадии полимеризации. Способы инициирования.
3. Реакции роста, обрыва и передачи цепи. Инициаторы, ингибиторы и регуляторы полимеризации.
4. Влияние различных факторов на процесс радикальной полимеризации и свойства получаемых полимеров.
5. Сополимеризация. Влияние активности мономеров на состав сополимера.
6. Типы реакций ионной полимеризации. Катионная полимеризация. Катализаторы. Реакции образования активного центра, роста, обрыва и передачи цепи.
7. Анионная полимеризация. Катализаторы полимеризации. Особенности реакций роста и обрыва цепи. “Живые” макромолекулы. Получение блок-сополимеров.
8. Стереоспецифическая полимеризация. Получение стереорегулярных полимеров.
9. Равновесная поликонденсация. Виды мономеров. Факторы, влияющие на молекулярную массу и ММР.
10. Основные стадии отверждения. Требования к сшивающим агентам.
11. Механизмы реакций отверждения. Отверждение ненасыщенных эластомеров. Серные системы отверждения, ускорители и активаторы процесса отверждения.
12. Отверждающие системы на основе производных хинона.
13. Отверждение гидроксил- и карбоксилсодержащих полимеров.
14. Отверждение эпоксидных смол.
15. Отвердители ТОН и их применение для сшивания полимеров.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (7 семестр – экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1-6 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. Вопрос 1 – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов. Максимальное количество баллов за *экзамен* (7 семестр) – 40 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (7 семестр – экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1-6 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. Вопрос 1 – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов. Максимальное количество баллов за *экзамен* (7 семестр) – 40 баллов.

1. Молекулярно-массовое распределение, методы оценки ММР. Причины различия ММР полимеров, получаемых методами радикальной и анионной полимеризации.
2. Приведите график зависимости модуля упругости линейного полимера от температуры в диапазоне температур $T_1 - T_2$ ($T_1 < T_c < T_2$). Как изменится вид этой кривой при введении в полимер пластификаторов разных типов?
3. Надмолекулярная структура кристаллических полимеров, степень кристалличности и её влияние на механические свойства полимеров.
4. Изменение свободной энергии смешения полимеров с растворителями. Виды диаграмм состояния. Предел совместимости пластификаторов с полимерами и методы его определения.
5. Физические и фазовые состояния полимеров и их природа. Термомеханический метод изучения деформационных свойств полимеров. Как определить плотность пространственной сетки полимера с помощью механических методов?
6. Применение метода ДСК для изучения полимерных материалов.
7. Релаксационные явления в полимерах. Время и спектр времен релаксации, их зависимость от строения полимера и температуры.
8. Конформация свободно сочлененной цепи. Виды конформаций макромолекул. Влияние химического строения макромолекул на конформацию.
9. Механизм стеклования. Структурное и механическое стеклование. Методы определения. Практическое значение T_c .
10. Уравнение Журкова. Что означают и как экспериментально определить значения коэффициентов τ_0 , U_0 и γ в уравнении Журкова? Причины отклонений экспериментальных данных от результатов расчёта с помощью уравнения Журкова.
11. Сетчатые полимеры. Плотность пространственной сетки и методы ее определения. Дефекты сеток. Влияние дефектности на механические свойства сшитых полимеров.
12. Параметры растворимости. Оценка взаимной растворимости компонентов с помощью параметров растворимости.
13. Влияние химического строения макромолекул на жесткость цепи. Статистический сегмент Куна.
14. Теория растворов Флори-Хаггинса, ее основные предпосылки, достоинства и недостатки.
15. Термодинамика деформации и природа сил упругости полимера.
16. Фазовое равновесие в растворах полимеров. Механизм фазового расслоения. Методы определения совместимости полимеров с пластификаторами.
17. Равновесный и релаксационный модуль упругости. Зависимость релаксационного модуля от температуры и скорости деформирования.

18. Пластификация полимеров. Механизм пластификации, эффективность действия пластификаторов. Какие экспериментальные методы можно использовать для оценки эффективности пластификатора?
19. Зависимость высокоэластической деформации от напряжения, уравнения Уолла и Муни-Ривлина и их применение для экспериментального измерения плотности сетки.
20. Диаграммы фазового состояния растворов полимеров, предел совместимости растворителя с полимером, методы оценки термодинамической устойчивости.
21. Влияние температуры на скорость деформации, принцип температурно-временной суперпозиции. Уравнение ВЛФ и его практическое значение.
22. Прочность и долговечность полимеров. Флуктуационная теория прочности.
23. Явление вынужденной высокоэластичности, Предел вынужденной эластичности, температура хрупкости и методы их определения.
24. Деформация полимеров в высокоэластическом состоянии. Природа эластичности.
25. Особенности деформации полимеров при динамическом нагружении. Механические потери, модуль и тангенс угла механических потерь.
26. Деформация кристаллических полимеров. Предел текучести и природа деформационных процессов.
27. Теоретическая и практическая прочность полимеров. Факторы, влияющие на прочность и пути её увеличения.
28. Особенности деформации полимеров при динамическом нагружении. Как определить температуру стеклования полимера?
29. Влияние температуры на скорость деформации, принцип температурно-временной суперпозиции. Как определить релаксационный модуль композиции на основе полимера при ее долговременном хранении.
30. Уравнение Журкова. Долговечность каких полимеров может быть описана уравнением Журкова?
31. Параметры растворимости. Методы определения одномерного и трехмерного параметра растворимости.
32. Применение метода ТМА для изучения полимерных материалов.
33. Коэффициент полидисперсности. Методы определения. Какие свойства полимера он характеризует?
34. Зависимость высокоэластической деформации от напряжения, уравнение Муни-Ривлина. Физический смысл коэффициентов уравнения Муни-Ривлина.
35. Основные типы реакций синтеза полимеров. Механизм радикальной полимеризации.
36. Основные стадии полимеризации. Способы инициирования.
37. Реакции роста, обрыва и передачи цепи. Инициаторы, ингибиторы и регуляторы полимеризации.
38. Влияние различных факторов на процесс радикальной полимеризации и свойства получаемых полимеров.
39. Золь-гель состояния полимеров. Что такое гель-эффект?
40. Сополимеризация. Влияние активности мономеров на состав сополимера.
41. Типы реакций ионной полимеризации. Катионная полимеризация. Катализаторы. Реакции образования активного центра, роста, обрыва и передачи цепи.
42. Анионная полимеризация. Катализаторы полимеризации. Особенности реакций роста и обрыва цепи. “Живые” макромолекулы. Получение блок-сополимеров.
43. Стереоспецифическая полимеризация. Получение стереорегулярных полимеров.
44. Равновесная поликонденсация. Виды мономеров. Факторы, влияющие на молекулярную массу и ММР.
45. Трёхмерная поликонденсация.

- Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

Экзамен по дисциплине "Физика и химия полимеров" проводится в 7 семестре и включает контрольные вопросы по всем шести разделам рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

"Утверждаю" Зав. кафедрой ХТВМС В.А. Петров " " 20__ г.	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева Кафедра ХТВМС Специальность 18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий" Специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов и твёрдых ракетных топлив" Дисциплина: Физика и химия полимеров
" " 20__ г. Студент гр. И-45 _____ Билет № 1 1. Термодинамика растворов полимеров. Параметр растворимости и его применение для прогнозирования взаимодействия пластификатора и полимера. 2. Синтез полиэфируретанов. Исходные компоненты, методы регулирования молекулярной массы. Цель и способы отверждения.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Тагер, А. А. Физико-химия полимеров: учебное пособие / А. А. Тагер ; ред. А. А. Аскадский. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Научный мир, 2007. - 573 с.
2. Киреев В.В. Высокомолекулярные соединения - М.: Высшая школа, 1992. - 512 с.
3. Тугов И.И., Кострыкина Г.И. Химия и физика полимеров - М.: Химия, 1989. - 432 с.
4. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения: учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования / Ю.Д. Семчиков. – 5-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 368 с.

Б. Дополнительная литература

1. Лотменцев, Ю. М. Учебные материалы по курсу "Физика и химия полимеров" [Электронный ресурс] / Ю. М. Лотменцев. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012.
2. Лотменцев Ю.М., Плешаков Д.В. Синтетические полимеры – компоненты энергетических материалов. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2007. – 108 с.
3. Лотменцев Ю.М., Кондакова Н.Н. Термодинамическая устойчивость пластифицированных полимеров. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. - 60 с.
4. Лотменцев Ю.М., Плешаков Д.В. Термодинамическая совместимость пластифицированных полимеров. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2000. - 50 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Журнал "Высокомолекулярные соединения".
2. Журнал "Пластические массы ". ISSN: 0554-2901
3. Журнал "Propellants, Explosives, Pyrotechnics". ISSN: 0721-3115.
4. Журнал "Боеприпасы. XXI век". ISSN: 2073-6649.
5. Журнал "Боеприпасы и высокоэнергетические конденсированные системы". ISSN: 1999-6500.
6. Журнал "Успехи в химии и химической технологии". ISSN: 1506-2017.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 15 (общее число слайдов – 202);
- макеты боеприпасов и метательных зарядов – более 40;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 60);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 50).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 г. составляет 1 559 436 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет, к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине "Физика и химия полимеров" проводятся в форме лекций, лабораторных занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

Лаборатория, содержащая следующее научное оборудование: дифференциальный сканирующий калориметр, приборы для термомеханического и термогравиметрического анализа, интерференционный диффузиометр, испытательная разрывная машина для измерения прочностных и деформационных свойств полимеров, технические и аналитические весы.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Образцы полимеров и каучуков, пластификаторов и мягчителей, а также энергетических полимерных композитов.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебники и учебные пособия по дисциплине, справочные материалы, факультетская спецбиблиотека книжных изданий, журналов и диссертационных работ.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; справочные материалы в электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	4	Бессрочная
2.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	4	Бессрочная
3.	OriginPro 8.1 Department Wide License	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	4	Бессрочная
4.	ПО “STAR” для системы термического анализа Mettler Toledo	Договор с ЗАО «Меттлер – Толедо Восток », № V06-54/0513-100 от 01.02.2006 г	1	Бессрочная

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
1	2	3
Раздел 1. Строение и свойства полимеров	<i>Знает:</i> - классификацию и строение полимеров; - способы измерения молекулярной массы и ММР полимеров, - принципы методов исследования структуры полимеров; - особенности конформационного строения макромолекул и их влияния на свойства полимерных тел.	Оценка за контрольную работу №1 (7 семестр). Оценка за экзамен (7 семестр)
Раздел 2. Деформация и разрушение полимеров	<i>Знает:</i> - основные виды релаксационных состояний полимеров; - закономерности влияния температурно-временных факторов на деформационные свойства полимеров. <i>Умеет:</i> - определять температуры стеклования и текучести полимерных материалов <i>Владеет:</i> навыками изучения и обобщения информации в области исследования и применения полимерных материалов.	Оценка за контрольную работу №1 (7 семестр). Оценка за экзамен (7 семестр)
Раздел 3. Растворы полимеров	<i>Знает:</i> - Закономерности растворения полимеров, термодинамику их растворов, методы прогнозирования растворимости полимеров и методы оценки термодинамической устойчивости полимерных материалов <i>Умеет:</i> - проводить оценку совместимости пластификаторов с полимерами; - определять молекулярные параметры вулканизационных сеток.	Оценки за контрольную работу №2 (7 семестр) и устные ответы при сдаче лабораторных работ Оценка за экзамен (7 семестр)
Раздел 4. Синтез полимеров	<i>Знает:</i> - способы синтеза полимеров с различным химическим строением; - химическое строение и основные характеристики полимерных компонентов энергетических материалов; <i>Умеет:</i> проводить выбор полимерных компонентов энергетических материалов в соответствии с требованиями по проектируемому технологическим и эксплуатационным свойствам изделий; <i>Владеет:</i> навыками изучения и обобщения информации в области исследования и применения полимерных материалов.	Оценки за контрольную работу №2 (7 семестр) и устные ответы при сдаче лабораторных работ Оценка за экзамен (7 семестр)
Раздел 5. Отверждение и структурирование полимеров	<i>Знает:</i> - химию синтеза полимеров; - строение и основные характеристики полимерных компонентов энергетических материалов;	Оценка за контрольную работу №3 (7 семестр). Оценка за экзамен (7 семестр)

	- способы отверждения полимеров. <i>Умеет:</i> проводить выбор сшивающих агентов для создания пространственно-сшитых полимерных систем, осуществлять контроль за процессами отверждения. <i>Владеет:</i> навыками изучения и обобщения информации в области исследования и применения полимерных материалов.	
Раздел 6. Полимеры для энергетических материалов	<i>Знает:</i> - химию и способы синтеза полимеров с различным химическим строением; - химическое строение и основные характеристики полимерных компонентов энергетических материалов; <i>Умеет:</i> проводить выбор полимерных компонентов энергетических материалов в соответствии с требованиями по проектируемому технологическому и эксплуатационным свойствам изделий; <i>Владеет:</i> навыками изучения и обобщения информации в области исследования и применения полимерных материалов.	Оценка за контрольную работу №3 (7 семестр). Оценка за экзамен (7 семестр)

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
"Физика и химия полимеров"
основной образовательной программы
18.05.01 "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий"
(Код и наименование специальности)
Специализация "Химическая технология полимерных композиций, порохов
и твердых ракетных топлив"
(Наименование ООП)
Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание изменения/дополнения	Основание внесения изменения/дополнения
1	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения	протокол заседания Ученого совета № 1 от 30 августа 2019 г.
2	Изменения в части обновления договоров электронных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 2 от 30 сентября 2019 г.
3	Изменения в части использования ЭО и ДОТ при реализации основных профессиональных образовательных программ	пр. ректора № 163-А от 16 марта 2020 г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «__» _____ 20__ г.



РХТУ им. Д.И. Менделеева
 ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ
 ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Владелец: *Комарницкая Елена Анатольевна*
 Проректор по образованию,
 Ректорат

Подписан: 29:08:2025 12:46:01