

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
заместитель проректора



_____ Хагуров Т.А.
подпись

» 05 _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.09 ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА

Направление подготовки – 20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль) – Безопасность технологических процессов и производств

Программа подготовки - академическая

Форма обучения - очная

Квалификация (степень) выпускника - бакалавр

Краснодар 2019

Рабочая программа дисциплины «Теория горения и взрыва» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, профиль – Безопасность технологических процессов и производств.

Программу составил:

Профессор кафедры физической химии,
д-р хим.наук, профессор, Никоненко В.В.



Рабочая программа утверждена на заседании кафедры (выпускающей) физической химии протокол № 13 от «29» апреля 2019 г.

Заведующий кафедрой физической химии
д-р хим. наук, профессор Заболоцкий В.И.



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры (выпускающей) общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии протокол № 13 от «14» мая 2019 г.

Заведующий кафедрой общей,
неорганической химии и ИВТ в химии
д-р хим. наук, профессор Буков Н.Н



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 6 от «16» мая 2019 г.

Председатель УМК факультета
доцент, канд. хим. наук Стороженко Т.П.



Эксперты:

Н.А. Мельник, заместитель руководителя Отраслевого учебно-методического центра охраны труда работников агропромышленного комплекса Краснодарского края КРИА ДПО ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, канд.хим.наук

М.Е. Соколов, руководитель НОЦ "ДССН"-ЦКП ФГБОУ ВО «КубГУ»,
канд.хим.наук

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

Цель освоения учебной дисциплины Б1.Б.09 «Теория горения и взрыва» состоит в формировании представлений о теоретических основах прогнозирования условий образования горючих и взрывоопасных систем, определение параметров инициирования горения и взрыва, а также оценки возможности перехода горения во взрыв.

1.2 Задачи дисциплины.

1. Ознакомить с теориями теплового и цепного взрыва, зажигания и распространения пламени, детонации и ударных волн.
2. Сформировать знания условий возникновения и распространения горения, условий перехода горения во взрыв, параметров горения газов, жидкостей и твердых горючих материалов.
3. Обеспечить усвоение методов расчета объема и состава продуктов горения, теплоты и температуры горения, основных показателей пожарной опасности.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина Б1.Б.09 «Теория горения и взрыва» относится к базовой части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана учебного плана направления подготовки бакалавриата 20.03.01 Техносферная безопасность профиля Безопасность технологических процессов и производств. Изучение данной дисциплины опирается на знания, полученные в ходе освоения таких дисциплин, как «Химия» и «Физика». Дисциплина «Теория горения и взрыва» предшествует изучению таких дисциплин, как «Моделирование физико-химических процессов в техносфере» и «Мембранные технологии в обеспечении техносферной безопасности».

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы. Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общекультурных/профессиональных компетенций (ОК/ПК): ОК-7, ПК-22

№ п. п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОК-7	владением культурой безопасности и риск-ориентированным мышлением, при котором вопросы безопасности и сохранения окружающей среды рассматриваются в качестве важнейших приоритетов в жизни и деятельности.	основы безопасности жизнедеятельности и охраны окружающей среды.	рассматривать в качестве приоритетов жизни и деятельности вопросы безопасности.	способностью оценки ситуации в совокупности с возможными рисками.
2.	ПК-22	способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач.	основные законы и выражающие уравнения в области моделирования физико-химических процессов.	использовать основные выражающие уравнения для математического моделирования различных физико-химических процессов для решения	основными подходами к моделированию физико-химических процессов для решения практических задач в научно-исследовательской и

№ п. п.	Индекс компе- тенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
				профессиональ- ных задач.	профессиональ- ной деятельности.

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)	
		4	
Контактная работа, в том числе:			
Аудиторные занятия (всего):	54	54	
Занятия лекционного типа	18	18	
Лабораторные занятия	-	-	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	36	36	
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3	
Самостоятельная работа, в том числе:			
Проработка учебного (теоретического) материала	5	5	
Подготовка к семинарам	5	5	
Подготовка к устным опросам	5	5	
Подготовка к текущему контролю	10	10	
Контроль:			
Подготовка к экзамену	26,7	26,7	
Общая трудоемкость	час.	108	108
	в том числе контактная работа	56,3	56,3
	зач. ед	3	3

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 4 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная Работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение в теорию горения и взрыва	9	2	4	-	3
2.	Основные понятия и определения. Явления горения и взрыва. Общая характеристика	9	2	4	-	3
3.	Химическая термодинамика горения и взрыва. Расчет тепловых эффектов реакций горения	9	2	4	-	3
4.	Кинетика реакций горения и взрыва. Расчет скорости реакций горения	9	2	4	-	3
5.	Массоперенос и теплопередача в процессах горения	9	2	4	-	3
6.	Теория горения газовоздушных и паровоздушных смесей	9	2	4	-	3
7.	Теория горения дисперсных и горючих материалов	9	2	4	-	3
8.	Теория теплового взрыва	8	2	4	-	2
9.	Направления развития теории горения и взрыва	8	2	4	-	2
	<i>Итого по дисциплине:</i>	79	18	36	-	25

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение в теорию горения и взрыва	Предмет курса, его цели и задачи. Научно-технический прогресс и проблема взрыво- и пожаробезопасности в техносфере. Значение курса для обеспечения прогнозирования взрыво- и пожаробезопасности в техносфере.	Устный опрос
2.	Основные понятия и определения. Явления горения и взрыва. Общая характеристика	Понятие горения и взрыва. Тепловой и цепной механизмы горения и взрыва. Роль каталитических процессов и диффузии. Критические явления. Воспламенение и зажигание. Пределы самовоспламенения смеси водорода с кислородом. Критические явления. Верхний и нижний концентрационные пределы воспламенения.	Контрольная работа
3.	Химическая термодинамика горения и взрыва. Расчет тепловых эффектов реакций горения	Функции состояния и основные термодинамические соотношения. Уравнения состояния идеальных и реальных газов (уравнение Ван-дер-Ваальса, уравнение с вириальными коэффициентами). Термохимия.	«Блиц-опрос» Решение задач
4.	Кинетика реакций горения и взрыва.	Понятие скорости химической реакции. Скорость образования компонента. Энергия	Устный опрос Решение задач

	Расчет скорости реакций горения	активации. Необходимые и достаточные условия протекания реакции. Зависимость скорости реакции от концентрации компонентов, от давления и температуры. Закон действующих масс. Молекулярность и порядок реакции. Элементы формальной кинетики. Реакции 1-го, 2-го и 3-го порядков. Кинетика сложных реакций. Двусторонние (обратимые) реакции. Параллельные реакции. Последовательные реакции. Автокаталитические реакции. Цепные реакции. Разветвляющиеся и неразветвляющиеся цепи. Цепной механизм и его стадии. Роль цепных реакций в тепловом самовоспламенении. Уравнение Аррениуса и тепловой взрыв.	
5.	Массоперенос и теплопередача в процессах горения	Подобие процессов массопереноса и теплопередачи. Теплопроводность и диффузия в неподвижной среде. Законы Фурье и Фика. Уравнения конвективного переноса тепла и вещества. Свободная и вынужденная конвекция. Ламинарное и турбулентное движение жидкости (газа). Понятие диффузионного слоя. Коэффициенты тепло- и массопереноса. Теория подобия. Уравнение баланса массы. Уравнение баланса вещества и тепловой энергии. Уравнение баланса количества движения.	Контрольная работа Решение задач
6.	Теория горения газоздушных и паровоздушных смесей	Общая характеристика пламени и закономерностей его распространения. Форма фронта пламени и понятие о нормальном горении. Расширение продуктов горения. Характерные режимы нормального горения. Методы изучения горения газов. Теория нормального горения. Тепломассообмен при горении. Механизм перехода горения в детонацию.	Устный опрос
7.	Теория горения дисперсных и горючих материалов	Смешанная диффузионная и химическая кинетика горения. Выявление лимитирующей стадии. Теория горения металлов.	«Блиц-опрос» Решение задач
8.	Теория теплового взрыва	Вывод основного нестационарного уравнения для температуры горения. Стационарная теория теплового взрыва.	Контрольная работа
9.	Направления развития теории горения и взрыва	Актуальные направления развития теории горения и взрыва. Использование методов теории горения и взрыва для прогнозирования и обеспечения безопасности производственных процессов, прогнозирования чрезвычайных ситуаций и локализации их последствий.	Устный опрос

2.3.2 Занятия семинарского типа.

№	Наименование раздела (темы)	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение в теорию горения и взрыва	Использование горения и взрыва в современных технологиях.	УО
2.	Основные понятия и определения. Явления горения и взрыва. Общая характеристика	Гомогенное и гетерогенное горение. Роль конвекции. Распределение температур и линий тока в пламени.	КР
3.	Химическая термодинамика горения и взрыва. Расчет тепловых эффектов реакций горения	Закон Гесса. Расчет тепловых эффектов реакций. Зависимость теплового эффекта от температуры. Закон Кирхгоффа.	БО РЗ
4.	Кинетика реакций горения и взрыва. Расчет скорости реакций горения	Примеры реакций взаимодействия водорода с хлором (реакция Боденштейна) и водорода с кислородом. Цепной механизм и его стадии. Полуостров воспламенения. Математическое описание цепных реакций.	УО РЗ
5.	Массоперенос и теплопередача в процессах горения	Уравнения конвективного переноса тепла и вещества. Свободная и вынужденная конвекция.	КР РЗ
6.	Теория горения газовоздушных и паровоздушных смесей	Тепломассообмен при горении. Коэффициент молекулярного переноса. Подобие полей температуры и концентрации.	УО
7.	Теория горения дисперсных и горючих материалов	Горение угля. Анализ зависимости скорости горения от скорости продувки воздуха и от температуры.	БО РЗ
8.	Теория теплового взрыва	Стационарная теория теплового взрыва. Критические условия. Определение температуры воспламенения. Учет теплоотдачи.	УО
9.	Направления развития теории горения и взрыва	Использование методов теории горения и взрыва для прогнозирования и обеспечения безопасности производственных процессов, прогнозирования чрезвычайных ситуаций и локализации их последствий.	УО

Решение задач (РЗ), устный опрос (УО), «блиц-опрос» (БО), контрольная работа (КР)

2.3.3 Лабораторные занятия.

Учебным планом лабораторные занятия не предусмотрены

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
---	---------	---

1	2	3
1.	Проработка учебного (теоретического) материала	Кукин П.П. Теория горения и взрыва [Текст]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 280100 "Безопасность жизнедеятельности" специальности 280101.65 "Безопасность жизнедеятельности в техносфере" / П. П. Кукин, В. В. Юшин, С. Г. Емельянов; Гос. образоват. учреждение высшего проф. образования "Юго-Запад. гос. ун-т", Рос. гос. технол. ун-т им. К. Э. Циолковского (МАТИ - РГТУ). - Москва: Юрайт, 2017. - 435 с.
2.	Подготовка к семинарам	Ганопольский, М.И. Результаты экспериментальных исследований ударных воздушных волн при взрывах на земной поверхности [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2011. — 38 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/1498 .
3.	Подготовка к устным опросам	Методические указания по организации самостоятельной работы. Утверждены кафедрой физической химии, протокол № 17 от 11.05.2017 г
4.	Подготовка к текущему контролю	Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В., Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

Для формирования профессиональных компетенций в процессе освоения курса используется технология профессионально-развивающего обучения, предусматривающая не только передачу теоретического материала, но и стимулирование и развитие продуктивных познавательных действий студентов (на основе психолого-педагогической теории поэтапного формирования умственных действий). Активизации и интенсификации познавательного процесса способствуют использование педагогической эвристики, моделирование проблемных ситуаций, мультимедийные презентации в лекционном курсе. В рамках практических занятий применяются методы проектного обучения, исследовательские методы, тренинговые формы, метод конкретных ситуаций, игровые технологии. В процессе самостоятельной деятельности студенты осваивают и анализируют передовой педагогический опыт, используя имеющуюся литературу и информационные технологии, выступают с презентациями перед учащимися, ведут профориентационную работу, накапливают портфолио разработок.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

Вопросы для устного опроса по теме «Введение в теорию горения и взрыва»

1. Каковы предмет, цели и задачи курса «Теория горения и взрыва»?
2. Проблема взрыво- и пожаробезопасности в техносфере.
3. Какое значение для обеспечения прогнозирования взрыво- и пожаробезопасности в техносфере имеет курс «Теория горения и взрыва»?

Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством: ОК-7

Вопросы для контрольной работы по теме «Основные понятия и определения. Явления горения и взрыва. Общая характеристика»

1. Раскройте понятие «горение».
2. Тепловой и цепной механизмы горения и взрыва.
3. Какова роль каталитических процессов и диффузии?
4. Что такое «воспламенение»?
5. Раскройте понятия верхнего и нижнего концентрационных пределов воспламенения.
6. Чем отличается гомогенное горение от гетерогенного?
7. Каково распределение температур и линий тока в пламени?

Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством: ОК-7

Вопросы для быстрого письменного опроса «блиц-опроса» по теме «Химическая термодинамика горения и взрыва. Расчет тепловых эффектов реакций горения»

1. Какие основные термодинамические соотношения вы знаете?
2. Уравнение Ван-дер-Ваальса и вириальное уравнение.
3. Как звучит закон Гесса?
4. Как звучит закон Кирхгоффа?

Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством: ПК-22

Вопросы для устного опроса по теме «Кинетика реакций горения и взрыва. Расчет скорости реакций горения»

1. Понятие скорости химической реакции. Скорость образования компонента. Энергия активации. Необходимые и достаточные условия протекания реакции.
2. Какова зависимость скорости реакции от концентрации компонентов?
3. Как звучит закон действующих масс?
4. Что такое порядок реакции? Реакции 1-го, 2-го и 3-го порядков.
5. Что такое обратимая реакция?
6. Чем отличаются механизмы параллельных и последовательных реакций?
7. Раскройте понятие «цепной реакции». Разветвляющиеся и неразветвляющиеся цепи.

Вопросы контрольной работы по теме «Массоперенос и теплопередача в процессах горения»

1. Подобие процессов массопереноса и теплопередачи. Теплопроводность и диффузия в неподвижной среде.
2. Как звучат законы Фурье и Фика?
3. Уравнения конвективного переноса тепла и вещества. Чем отличаются свободная и вынужденная конвекции?
4. Уравнения баланса массы, вещества, тепловой энергии?

Перечень компетенций, проверяемых оценочными средствами: ПК-22

Вопросы для устного опроса по теме «Теория горения газовоздушных и паровоздушных смесей»

1. Общая характеристика пламени и закономерностей его распространения.
2. От чего зависит форма фронта пламени?
3. Какие характерные режимы нормального горения вы знаете?
4. Каков механизм перехода горения в детонацию?
5. Подобие полей температуры и концентрации.

Вопросы для быстрого письменного опроса «блиц-опроса» по теме «Теория горения дисперсных и горючих материалов»

1. Как проводится выявление лимитирующей стадии?
2. Горение угля. Анализ зависимости скорости горения от скорости продувки воздуха и от температуры.
3. Теория горения металлов.

Вопросы для контрольной работы по теме «Теория теплового взрыва»

1. Как осуществляется вывод основного нестационарного уравнения для температуры горения?
2. Стационарная теория теплового взрыва. Критические условия.
3. Стационарная теория теплового взрыва. Определение температуры воспламенения.
4. Стационарная теория теплового взрыва. Учет теплоотдачи.

Перечень компетенций, проверяемых оценочными средствами: ОК-7

Вопросы для устного опроса по теме «Направления развития теории горения и взрыва»

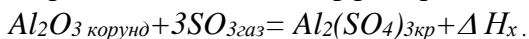
1. Какие актуальные направления развития теории горения и взрыва вы знаете?
2. Использование методов теории горения и взрыва для прогнозирования и обеспечения безопасности производственных процессов.
3. Использование методов теории горения и взрыва для прогнозирования чрезвычайных ситуаций и локализации их последствий.

Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством: ПК-22

Задачи по теме «Химическая термодинамика горения и взрыва. Расчет тепловых эффектов реакций горения»

Задача 1.

Определить тепловой эффект реакции:



$T=298 \text{ K}$, $p=1 \text{ атм}$.

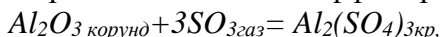
$\Delta H_f^0(Al_2(SO_4)_4) = -3434 \text{ кДж/моль}$, $\Delta H_f^0(Al_2O_3) = -1675 \text{ кДж/моль}$,

$\Delta H_f^0(SO_3) = -395,2 \text{ кДж/моль}$.

Выписать простые вещества, выписать все реакции образования исходных веществ и продуктов из простых веществ.

Задача 2.

Определить тепловой эффект реакции:

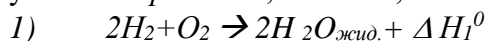


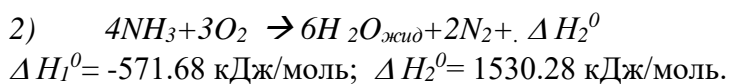
если реакция проходит в автоклаве при $V = \text{const}$, $T = 298 \text{ K}$,

$Q_p = -\Delta H = 573,4 \text{ кДж/моль}$.

Задача 3.

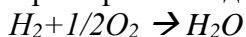
Вычислить тепловой эффект образования аммиака из простых веществ при стандартных условиях: $p=1 \text{ атм}$., $T=298 \text{ K}$, зная тепловые эффекты следующих реакций:





Задача 4.

При горении водорода с образованием газообразной воды:



выделяется $\Delta H_f = -241,84$ кДж/моль.

Известно, что $\Delta H_{парообраз. H_2O} = 44$ кДж/моль. Сколько теплоты выделится при образовании жидкой воды?

Задачи по теме «Кинетика реакций горения и взрыва. Расчет скорости реакций горения»

Задача 1.

Две реакции одинакового порядка имеют равные предэкспонентциальные множители, но

их энергии активации отличаются на $\Delta E = E_2 - E_1 = 41,9 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$. Рассчитать отношения

констант скоростей этих реакций при $T=600\text{K}$.

Задача 2.

При одной и той же концентрации реагирующих веществ скорость реакции при 303 К вдвое выше, чем при 293 К. Вычислите величину производной $d \ln k/dT$ при 300 К.

Задача 3.

Константа скорости реакции при 298 и 323 К соответственно равна 0,0093 и 0,0806 мин⁻¹. Определите энергию активации этой реакции.

Задача 4.

Реакция $A+B=C$ 2-го порядка. Если исходные концентрации равны, то за 500 с реакция проходит на 20%. За какой время она пройдет на 60%?

Задачи по теме «Массоперенос и теплопередача в процессах горения»

Задача 1.

Изучается процесс горения угля в трубке диаметром 1 см. При скорости продувки кислорода более 200 л/мин режим турбулизированный. Число Шервуда $Sh = 0,024 \cdot Re^{0,8} \cdot Sc^{0,35}$.

1) Найти коэффициент массопереноса β кислорода через диффузионный слой при $T=900$ К, если $D_{O_2} = 1$ см²/с, $\nu = 10$ см²/с.

2) Во сколько раз увеличится коэффициент массопереноса, если $W_2 = 400$ л/мин.

Задача 2.

В условиях предыдущей задачи найти, на сколько уменьшится масса трубки длиной 1 м за 1 мин, если считать, что на вход подается воздух, $P=1$ атм., объемная доля кислорода $r(O_2) = 0,28$, $T=900$ К.

Задачи по теме «Теория горения дисперсных и горючих материалов»

Задача 1.

Найти скорость горения угля, если поверхность угля обдувается воздухом при нормальном атмосферном давлении. Известно, что коэффициент диффузии кислорода равен $D(O_2) = 1$ см²/с, толщина диффузионного слоя горения $\delta = 0,1$ см и константа скорости горения $k = 20$ см/с.

Задача 2.

Изучается горение угля внутри угольной трубки. Найти на сколько миллиметров увеличится диаметр трубки за 10 минут, если выполняются условия горения из предыдущей задачи.

Задача 3.

Разложение некоторого вещества является реакцией 2-го порядка. $E=23,1\text{кДж/моль}$, $n=2$, $T=300\text{ К}$, $\omega_{\text{разл}}=95\%$ в час. Вычислить температуру, при которой это вещество разлагается со скоростью $77,5\%$ в минуту.

Пример задач для контрольной работы.

Вариант 1

1. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Закон Кирхгоффа.

2. Этан (C_2H_6) сгорает в открытой горелке при постоянном давлении. Известны следующие данные:

	C_2H_6	O_2	H_2O газообр	CO_2
Теплота образования при 298 К, кДж/моль	-84.7	0	-241.8	-393.5
Средняя теплоемкость, Дж/моль.К	52.7	29.4	33.6	37.1

1) Найти тепловой эффект сгорания этана при температуре 298 К;

2) Найти тепловой эффект сгорания этана при температуре 1000 К;

3. Разложение некоторого взрывоопасного вещества является реакцией первого порядка с энергией активации $23,1\text{ кДж/моль}$. При 300 К разложение этого вещества проходит со скоростью $0,01\%$ в час. Известно, что вещество взрывается, если скорость его разложения составит 1% в час.

1) Найти, с какой скоростью вещество будет разлагаться при температуре 500 К;

2) При какой температуре произойдет взрыв?

4. Превращение вещества А в вещество D при участии С протекает по следующему механизму:



1) Какое вещество является промежуточным продуктом?

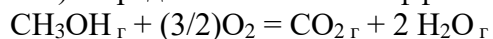
2) Найти выражение для скорости образования вещества D, используя метод стационарных концентраций (положить, что результирующая скорость образования промежуточного вещества равна нулю);

3) Показать, что при высоких концентрациях вещества С реакция образования вещества D может следовать уравнению первого порядка, а при малых концентрациях С – уравнению второго порядка.

Вариант 2

1. Пределы воспламенения стехиометрической смеси H_2 и O_2 . Полуостров воспламенения.

2. 1) Определить тепловой эффект горения метанола при 298 К и давлении 1 атм:



2) Определить тепловой эффект горения метанола при 2000 К.

3) Найти тепловой эффект этой реакции, протекающей при 2000 К и постоянном объеме.

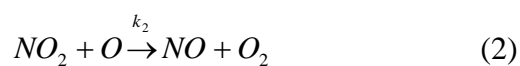
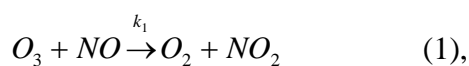
Вещество	CH_3OH_g	O_2	H_2O_g	CO_2
Теплота образования при 298 К, кДж/моль	-201.2	0	-241,8	-393,5
Средняя теплоемкость, Дж/моль.К	42.9	29,4	33,6	37,1

3. Разложение некоторого вещества является реакцией второго порядка с энергией активации $23,1\text{ кДж/моль}$. При 300 К разложение этого вещества проходит со скоростью 95% в 1 час.

1) Вычислите температуру, при которой это вещество разлагается со скоростью $77,5\%$ в 1 мин.

2) С какой скоростью будет идти реакция разложения при 500 К?

4. Одним из механизмов разложения озона и образования «озоновой дыры» в атмосфере является последовательность следующих реакций:



- 1) Какое вещество является промежуточным продуктом?
- 2) Найти выражение для скорости образования кислорода, используя метод стационарных концентраций (положить, что результирующая скорость образования промежуточного вещества равна нулю);
- 3) Показать, что реакцию разложения озона можно рассматривать как реакцию первого порядка по этому веществу.

Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством: ПК-22

Критерии оценивания результатов устного опроса.

Оценка *«отлично»* ставится, если студент полно излагает материал (отвечает на вопрос), дает правильное определение основных понятий; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

Оценка *«хорошо»* ставится, если студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1–2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1–2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

Оценка *«удовлетворительно»* ставится, если студент обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

Оценка *«неудовлетворительно»* ставится, если студент обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «2» отмечает такие недостатки в подготовке, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

Критерия оценивания результатов практического занятия с решением задач.

Оценка *«отлично»* выставляется, если студент имеет глубокие знания учебного материала по теме практической работы, показывает усвоение взаимосвязи основных понятий, используемых в работе, смог ответить на все уточняющие и дополнительные вопросы. Студент демонстрирует знания теоретического и практического материала по теме практической работы, определяет взаимосвязи между показателями задачи, даёт правильный алгоритм решения, определяет междисциплинарные связи по условию задания.

Оценка *«хорошо»* выставляется, если студент показал знание учебного материала, усвоил основную литературу, смог ответить почти полно на все заданные дополнительные и уточняющие вопросы. Студент демонстрирует знания теоретического и практического материала по теме практической работы, допуская незначительные неточности при решении задач, имея неполное понимание междисциплинарных связей при правильном выборе алгоритма решения задания.

Оценка *«удовлетворительно»* выставляется, если студент в целом освоил материал практической работы, ответил не на все уточняющие и дополнительные вопросы. Студент затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, даёт неполный ответ, требующий наводящих вопросов преподавателя, выбор алгоритма решения задачи возможен при наводящих вопросах преподавателя.

Оценка *«неудовлетворительно»* выставляется студенту, если он имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала практической работы, который полностью не раскрыл содержание вопросов, не смог ответить на уточняющие и

дополнительные вопросы. Студент даёт неверную оценку ситуации, неправильно выбирает алгоритм действий.

Критерии оценивания результатов быстрого письменного опроса («блиц-опрос»):

Каждому студенту выдается свой собственный, узко сформулированный вопрос. Ответ должен быть четким и кратким, содержащим все основные характеристики описываемого понятия, института, категории.

Шкала оценивания:

«*Отлично*» - вопрос раскрыт полностью, точно обозначены основные понятия и характеристики по теме.

«*Хорошо*» - вопрос раскрыт, однако нет полного описания всех необходимых элементов.

«*Удовлетворительно*» - вопрос раскрыт не полно, присутствуют грубые ошибки, однако есть некоторое понимание раскрываемых понятий.

«*Неудовлетворительно*» - ответ на вопрос отсутствует или в целом не верен.

Критерии оценивания результатов контрольных работ.

Оценка «*отлично*» выставляется, если студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета.

Оценка «*хорошо*», если студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов.

Оценка «*удовлетворительно*», если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов, плохо знает текст произведения, допускает искажение фактов.

Оценка «*неудовлетворительно*», если студент допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3», или если правильно выполнил менее половины работы.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен)

Перечень компетенции, проверяемых оценочным средством: ОК-7

- 1 Определение горения: природа пределов при горении. Пределы по концентрации и температуре горения.
- 2 Предельные параметры при горении – показатели пожарной опасности веществ. Примеры при возникновении горения.
- 3 Предельные параметры при горении – показатели пожарной опасности веществ. Примеры при распространении горения.
- 4 Концентрационные пределы распространения пламени (воспламенения); влияние давления.
- 5 Концентрационные пределы распространения пламени (воспламенения); влияние мощности источника зажигания.
- 6 Концентрационные пределы распространения пламени (воспламенения); влияние содержания инертных газов и химически активных ингибиторов. Минимальная флегматизирующая концентрация (МФК), минимальное взрывоопасное содержание кислорода (МВСК).
- 7 Взаимосвязь температуры горения и концентрации горючего в паро-газовоздушных смесях.
- 8 Элементы (основы) тепловой теории самовоспламенения. Критические условия.
- 9 Актуальные направления развития теории горения и взрыва.

10 Использование методов теории горения и взрыва для прогнозирования и обеспечения безопасности производственных процессов, прогнозирования чрезвычайных ситуаций и локализации их последствий

Перечень компетенции, проверяемых оценочным средством: ОК-7, ПК-22

- 11 Температура самовоспламенения – показатель пожарной опасности веществ. Влияние концентрации горючего в парогазовоздушной смеси.
- 12 Температура самовоспламенения – показатель пожарной опасности веществ. Влияние инертных газов и химически активных ингибиторов в парогазовоздушных смесях.
- 13 Температура самовоспламенения – показатель пожарной опасности веществ. Влияние давления.
- 14 Температура самовоспламенения – показатель пожарной опасности веществ. Влияние размеров сосуда, в котором находится парогазовоздушная смесь.
- 15 Температура самовоспламенения – показатель пожарной опасности веществ. Влияние формы сосуда, в котором находится парогазовоздушная смесь.
- 16 Стандартная (справочная) температура самовоспламенения. Характер ее изменения в гомологическом ряду веществ.
- 17 Представления о механизме зажигания парогазовоздушных смесей нагретым телом. Критические условия зажигания.
- 18 Температура зажигания – предельный параметр возникновения горения. Влияние состава парогазовоздушной смеси.
- 19 Температура зажигания – предельный параметр возникновения горения. Влияние размеров зажигающего тела.
- 20 Представления о механизме зажигания парогазовоздушных смесей электрической искрой.
- 21 Влияние состава горючей смеси на минимальную энергию зажигания. Критическая и насыщающая мощности источника зажигания.
- 22 Кинетическое горение. Структура пламени. Понятие нормальной скорости распространения пламени по газоздушным средам. Влияние состава горючей смеси.
- 23 Взаимосвязь нормальной скорости распространения пламени и скорости химической реакции горения (по тепловой теории).
- 24 Нормальная скорость распространения пламени по газоздушным смесям. Влияние концентрации инертных газов и химически активных ингибиторов.
- 25 Взрывные процессы при горении парогазовоздушных смесей.
- 26 Детонация при кинетическом горении газов. Смесей, способные к детонации. Концентрационные пределы распространения пламени при дефлаграционном и детонационном горении.
- 27 Рассчитать стандартную температуру самовоспламенения вещества в воздухе по средней длине углеродной цепи.
- 28 Рассчитать коэффициент избытка воздуха при горении вещества на нижнем концентрационном пределе.
- 29 Рассчитать коэффициент избытка воздуха при горении вещества на верхнем концентрационном пределе.
- 30 Рассчитать температуру горения стехиометрической смеси вещества в воздухе.
- 31 Рассчитать температуру горения вещества в воздухе на нижнем концентрационном пределе.
- 32 Рассчитать концентрацию кислорода в продуктах горения вещества на нижнем концентрационном пределе.
- 33 Диффузионное горение газов. Структура пламени. Изменение высоты факела диффузионного пламени в режиме ламинарного и турбулентного горения.
- 34 Влияние турбулентности на скорость диффузионного горения.
- 35 Условия воспламенения горючих жидкостей при кратковременном воздействии источника зажигания. Температурные пределы распространения пламени

- (воспламенения), температуры вспышки и воспламенения показатели пожарной опасности.
- 36 Условия воспламенения жидкостей при длительном воздействии источника зажигания.
 - 37 Рассчитать возможность образования взрывоопасных концентраций при смешении определенных объемов горючего газа и воздуха.
 - 38 Рассчитать возможность образования взрывоопасных концентраций при смешении определенных объемов нескольких горючих газов и воздуха.
 - 39 Рассчитать наиболее пожаровзрывоопасную концентрацию горючего газа или пара ГЖ в воздухе.
 - 40 Рассчитать наиболее пожаровзрывоопасную концентрацию горючего газа или пара ГЖ в кислороде.
 - 41 Рассчитать наибольшее количество жидкости, при испарении которой в определенном объеме создается взрывоопасная концентрация ее паров.
 - 42 Рассчитать наименьшее количество жидкости, при испарении которой в определенном объеме создается взрывоопасная концентрация ее паров.
 - 43 Рассчитать количество жидкости, при испарении которой в определенном объеме создается наиболее взрывоопасная концентрация ее паров.
 - 44 Механизм распространения пламени по поверхности жидкости. Влияние начальной температуры жидкости на скорость распространения пламени в открытом сосуде.
 - 45 Механизм распространения пламени по поверхности жидкости. Влияние начальной температуры жидкости на скорость распространения пламени в закрытом сосуде.
 - 46 Механизм выгорания жидкостей в резервуаре. Массовая и линейная скорости выгорания.
 - 47 Массовая скорость выгорания жидкости. Влияние диаметра резервуара.
 - 48 Массовая скорость выгорания жидкости. Влияние уровня жидкости в резервуаре.
 - 49 Особенности выгорания смеси горючих жидкостей (нефть). Образование гомотермического слоя.
 - 50 Анализ влияния концентрации кислорода в окружающей среде на массовую скорость выгорания жидкости.
 - 51 Механизм распространения пламени по поверхности твердых веществ. Влияние ориентации образца на линейную скорость.
 - 52 Механизм распространения пламени по поверхности твердых веществ. Влияние толщины образца на линейную скорость. Термически тонкие и термически толстые образцы.
 - 53 Механизм выгорания твердых материалов. Гомогенное и гетерогенное горение растительных материалов.

Пример экзаменационного билета:

**Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования
«Кубанский государственный университет»**

Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность

Кафедра физической химии

Дисциплина «Теория горения и взрыва»

Экзаменационный билет № 3

1. Взаимосвязь температуры горения и концентрации горючего в парогазовоздушных смесях.
2. Диффузионное горение газов. Структура пламени. Изменение высоты факела диффузионного пламени в режиме ламинарного и турбулентного горения.
3. Механизм выгорания твердых материалов. Гомогенное и гетерогенное горение растительных материалов.

Заведующий кафедрой

Критерии оценки по промежуточной аттестации в форме экзамена.**При оценке учитываются следующие качественные показатели ответов:**

- глубина (соответствие изученным теоретическим обобщениям); широта;
- осознанность (соответствие требуемым в программе умениям применять полученную информацию);

- полнота (соответствие объёму программы);
- число и характер ошибок.

- отметка **«отлично»** выставляется студенту, если ответ полный, правильный, самостоятельный, материал изложен в определенной логической последовательности демонстрируется многосторонность подходов, многоаспектность обсуждения проблемы, умение аргументировать собственную точку зрения, находить пути решения познавательных задач, устанавливать причинно-следственные связи между строением, свойствами и применением веществ, в логическом рассуждении и решении задачи нет ошибок, задача решена рациональным способом;

- отметка **«хорошо»** выставляется студенту, если ответ полный и правильный на основе изученных теорий, материал изложен в определённой логической последовательности, при этом допускаются несущественные ошибки в ответах на теоретические вопросы или в решении задачи, которые студент может исправить по указанию преподавателя

- отметка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если ответ полный, но при этом допущена существенная ошибка или ответ неполный, несвязный, не проявляются умения применять теоретические знания при решении практических проблем; за знание предмета с заметными пробелами, неточностями, но такими, которые не служат препятствием для дальнейшего обучения

- отметка **«неудовлетворительно»** выставляется, если ответ обнаруживает незнание основного содержания учебного материала

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1 Основная литература:

1. Франк-Каменецкий Д.А. Основы макрокинетики. Диффузия и теплопередача в химической кинетике [Текст]: [учебник-монография] / Д. А. Франк-Каменецкий. - 4-е изд. - Доглопрудный: Интеллект, 2008. - 407 с.
2. Кукин П.П. Теория горения и взрыва [Текст]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 280100 "Безопасность жизнедеятельности" специальности 280101.65 "Безопасность жизнедеятельности в техносфере" / П. П. Кукин, В. В. Юшин, С. Г. Емельянов; Гос. образоват. учреждение высшего проф. образования "Юго-Запад. гос. ун-т", Рос. гос. технол. ун-т им. К. Э. Циолковского (МАТИ - РГТУ). - Москва: Юрайт, 2017. - 435 с.
3. Ганопольский, М.И. Результаты экспериментальных исследований ударных воздушных волн при взрывах на земной поверхности [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2011. — 38 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1498>.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.2 Дополнительная литература:

1. В.В. Новиков, С.А. Солод, Б.Л. Минасян. Построение системы предупреждения и ликвидации последствий техногенных аварий и катастроф в Краснодарском крае: монография // Краснодар: КСЭИ. – 2012.
2. Дерюгин, В.В. Тепломассообмен [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.В. Дерюгин, В.Ф. Васильев, В.М. Уляшева. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 240 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/107285>.
3. Ю.С. Другов, И.М. Муханова, И.А. Платонов. Идентификация – нанотехнологии в экологическом анализе: практическое руководство / Самара: Порто-принт. – 2012.
4. Н.И. Акинин. Промышленная экология: принципы, подходы, технические решения: учебное пособие для студентов вузов. Доглопрудный: Интеллект, 2011 – 312 с.
5. С.В. Белов. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность). М.: Юрайт, 2012 – 680 с.
6. Логинов, В.С. Примеры и задачи по тепломассообмену [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.С. Логинов, А.В. Крайнов, В.Е. Юхнов, Д.В. Феоктистов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 256 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93718>.

5.3. Периодические издания:

1. Журнал “Green Chemistry”
2. Журнал «Инженерная экология».
3. Природа. Общество. Человек.
4. Экологический вестник научных центров ЧЭС.
5. Экологическое право.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, необходимые для освоения дисциплины (модуля).

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
2. Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>
3. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>
4. База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
5. База данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ) РАН <http://www2.viniti.ru/>
6. Базы данных в сфере интеллектуальной собственности, включая патентные базы данных www.rusnano.com
7. Базы данных и аналитические публикации «Университетская информационная система РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru/>
8. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>
9. База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
10. Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>
11. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>
12. Единая база гостов РФ - <http://gostexpert.ru/>
13. Ресурсы по термодинамике (Martindale's calculators chemistry on-line center) - <http://www.martindalecenter.com/Calculators3B.html>
14. Информационно-правовая система «Гарант» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://garant.ru/>
15. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» www.studmedlib.ru
16. База нормативных документов по охране труда (<http://econavt.ru/instrukcii-po-ohrane-truda/dokumenty>)

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

Общие рекомендации

Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

Работа с конспектом лекций.

Просмотрите конспект сразу после занятий, отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции. Регулярно отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Лекции являются одним из основных методов обучения по дисциплине, которые должны решать следующие задачи:

- изложить важнейший материал программы курса, освещающий основные моменты;
- развить у студентов потребность к самостоятельной работе над учебной и научной литературой.

С целью контроля и подготовки студентов к изучению новой темы вначале каждой практической занятия преподавателем проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущей темы. Критерии оценки: –

правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

- полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

- сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

- логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

- использование дополнительного материала (обязательное условие);

- рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов).

Развернутый ответ студента должен представлять собой связанное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения, правила в конкретных случаях.

Методические рекомендации для подготовки к контрольным работам и написания контрольных работ.

При подготовке к контрольной работе и итоговому тестированию необходимо внимательно прочитать составленные ранее конспекты лекций, просмотреть порядок выполнения лабораторных работ и основные полученные в ходе лабораторных работ выводы. Ответить на контрольные вопросы. Сверить список вопросов с имеющейся информацией. Недостающую информацию необходимо найти в учебниках (учебных пособиях) или в других источниках информации.

Контрольная работа проводится в письменной форме.

Контрольные работы обычно содержат несколько вопросов и имеют несколько вариантов. Студент либо сам выбирает один из предложенных вариантов, либо преподаватель закрепляет за каждым студентом определенный вариант.

Методические рекомендации для подготовки к быстрому письменному опросу «блиц-опросу» и проведения быстрого письменного опроса «блиц-опроса»

Быстрый письменный опрос «блиц-опрос» способствует развитию мыслительного процесса, развитию способности к системному мышлению и анализу, а также закреплению знаний у всех студентов одновременно.

При подготовке к «блиц-опросу» преподаватель должен заранее приготовить список студентов и написать самые важные, но при этом узкие и логически связанные вопросы по соответствующей теме.

Каждому студенту выдается свой собственный, узко сформулированный вопрос. Ответ должен быть четким и кратким, содержащим все основные характеристики описываемого понятия.

Методические рекомендации для проведения экзамена

Студенты обязаны сдать экзамен в соответствии с расписанием и учебным планом. Экзамен по дисциплине преследует цель оценить работу студента за курс, получение теоретических знаний, их прочность, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение применять полученные знания для решения практических задач.

Форма проведения экзамена: устно или письменно устанавливается решением кафедры. Результат сдачи экзамена заносится преподавателем в экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю). (при необходимости)

8.1 Перечень информационных технологий.

1. Использование слайд-презентаций при проведении лекционных занятий.
2. Организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты (проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты).

8.2 Перечень необходимого лицензионного программного обеспечения.

1. Microsoft Office
2. «COMSOL Multiphysics»
3. «Microsoft Windows»
4. Программное обеспечение для слабовидящих

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом учебной мебели, доской-экраном универсальной, переносным проектором, ноутбуком и соответствующим программным обеспечением для демонстрации презентаций. (ауд. 332с, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149)
2.	Семинарские занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, оснащенная комплектом учебной мебели, доской-экраном универсальной, переносным проектором, ноутбуком и соответствующим программным обеспечением для демонстрации презентаций. (ауд. 332с, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149)
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, оснащенная комплектом учебной мебели, доской-экраном универсальной, переносным проектором, ноутбуком и соответствующим программным обеспечением для демонстрации презентаций. (ауд. 332с, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149)
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом учебной мебели, доской-экраном универсальной, переносным проектором, ноутбуком и соответствующим программным обеспечением для демонстрации презентаций. (ауд. 332с, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149)

5.	Самостоятельная работа	Помещения для самостоятельной работы студентов, оснащенные учебной мебелью и компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета. (ауд. 329с, 401с, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149)
----	------------------------	--