

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ХИМИЯ

Бакалавриат по направлению подготовки

20.03.01 «Техносферная безопасность»

Направленность (профиль) – «Руководство проведением спасательных операций особого риска»

Санкт-Петербург

1. Цели и задачи дисциплины «Химия»

Цели освоения дисциплины:

- формирование целостного мировоззрения и развитие системно-эволюционного стиля мышления;
- формирование системы химических знаний как фундаментальной базы инженерной подготовки;
- формирование навыков по грамотному применению основных понятий и законов химии в процессе научного анализа проблемных ситуаций, которые инженер должен разрешать при создании новой техники и новых технологий.
- ознакомление с историей и логикой основных открытий химии;

Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины «Химия»

Компетенции	Содержание
УК-1	Способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.
ОПК-1	Способность учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека.
ОПК-2	Способность обеспечивать безопасность человека и сохранение окружающей среды, основываясь на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления
ПК - 1	Способен понимать основные закономерности процессов возникновения горения и взрыва, распространения и прекращения горения, способен прогнозировать размеры зон воздействия опасных факторов при авариях и пожарах в помещениях, зданиях и сооружениях, открытых технологических установках, использовать методики определения пожарно-технических характеристик строительных конструкций, зданий и сооружений, технологического оборудования по критериям надежности и работоспособности.

Задачи дисциплины:

- освоение знаний о химической составляющей естественно-научной картины мира, важнейших химических понятиях, законах и теориях;
- овладение умениями применять полученные знания для объяснения разнообразных химических явлений и свойств веществ, оценки роли химии в развитии современных технологий и получении новых материалов;

- развитие познавательных интересов и интеллектуальных способностей в процессе самостоятельного приобретения химических знаний с использованием различных источников информации, в том числе компьютерных;

- воспитание убежденности в позитивной роли химии в жизни современного общества, необходимости химически грамотного отношения к своему здоровью и окружающей среде;

- применение полученных знаний и умений для безопасного (в том числе обеспечение пожарной безопасности) использования веществ и материалов в быту, сельском хозяйстве и на производстве, решения практических задач в повседневной жизни, предупреждения явлений, наносящих вред здоровью человека и окружающей среде.

2. Перечень планируемых результатов обучения дисциплины «Химия», соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы
Универсальные компетенции	
Категория: системное и критическое мышление	
Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач. УК- 1	
Знает:	Знает:
принципы сбора, отбора и обобщения информации о методике системного подхода для решения профессиональных задач. УК-1.1	принципы отбора информации о физико-химических и пожароопасных свойствах веществ и материалов из различных источников (учебники, справочные пособия, интернет-ресурсы)
Умеет:	Умеет:
анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности. УК-1.2.	анализировать данные различных источников, критически оценивать и сравнивать теоретические и экспериментальные данные физико-химических свойств веществ
Владеет:	Владеет:
навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений. УК-1.3	навыками поиска информации из различных источников (учебники, справочные пособия, интернет-ресурсы)
Общепрофессиональные компетенции	
Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека. ОПК-1	
Знает:	Знает:
современные информационные технологии, программные средства, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности. ОПК-1.1.	Microsoft Office Standard (Word, Excel, Access, PowerPoint, Outlook, OneNote, Publisher) – Пакет офисных приложений [Коммерческая (Volume Licensing)]; ПО-

	D86-664; - Adobe Acrobat Reader DC – Приложение для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF [Бесплатная]; ПО-F63-948; - 7-Zip – Файловый архиватор [Бесплатная для решения профессиональных задач
Умеет:	Умеет:
выбирать современные средства обеспечения пожарной безопасности объектов и оповещения людей, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности. ОПК-1.2	выбирать современные средства предотвращения возгораний и средства прекращения горения органических и неорганических веществ и материалов
Владеет:	Владеет:
навыками применения современных средств индивидуальной и коллективной защиты, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности. ОПК-1.3	навыками применения современных средств индивидуальной и коллективной химической защиты
Способен обеспечивать безопасность человека и сохранение окружающей среды, основываясь на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления. ОПК-2	
Знает:	Знает:
основные подходы к обеспечению экологической безопасности химических процессов, правовую нормативно-техническую документацию по охране труда, химической безопасности и охране окружающей среды. ОПК-2.1	основные понятия и законы экологической химии; основные принципы защиты окружающей среды от антропогенных и природных загрязнителей
Умеет:	Умеет:
производить оценку обеспечения безопасности человека и окружающей среды исходя из уровня допустимого риска. ОПК-2.2	производить оценку характера загрязнения окружающей среды химическими загрязнителями
Владеет:	Владеет:
навыками выбора методов и/или средств обеспечения безопасности человека и безопасности окружающей среды, отвечающих требованиям в области обеспечения безопасности, снижения рисков, в том числе в области минимизации вторичных негативных воздействий. ОПК-2.3	навыками экспериментальной качественной оценки наличия загрязнителей воды и воздуха, а также методами устранения загрязнителей
Профессиональные компетенции	
Тип задач профессиональной деятельности: Проектно-конструкторский	
Способен понимать основные закономерности процессов возникновения горения и взрыва, распространения и прекращения горения, способен прогнозировать размеры зон воздействия опасных факторов при авариях и пожарах в помещениях, зданиях и сооружениях, открытых технологических установках, использовать методики определения пожарно-технических характеристик строительных конструкций, зданий и сооружений, технологического оборудования по критериям надежности и работоспособности. ПК-1	
Знает:	Знает:
основные закономерности процессов возникновения горения и взрыва на разных стадиях развития пожара.	основные закономерности протекания химических реакций, в том числе реакций горения; основные пожароопасные свойства органических

	и неорганических веществ
Умеет:	Умеет:
прогнозировать размеры зон воздействия опасных факторов при авариях и пожарах в помещениях, зданиях и сооружениях, открытых технологических установках.	производить оценку возможности протекания реакций, производить расчеты по уравнениям химических реакций, расчеты теплового баланса реакций горения
Владеет:	Владеет:
навыком использования методов расчета элементов конструктива зданий и сооружений, технологического оборудования по критериям надежности и работоспособности.	навыками теоретической и экспериментальной оценки пожарной опасности веществ и материалов

3. Место дисциплины «Химия» в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина Б1.О.09 «Химия» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность», направленность (профиль) – Руководство проведением спасательных операций особого риска.

4. Структура и содержание дисциплины «Химия»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

4.1 Распределение трудоемкости учебной дисциплины по видам работ по семестрам и формам обучения

для очной формы обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	з.е.	час.	по семестрам	
			1	2
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5	180	72	108
Контактная работа, в том числе:		92	40	52
Аудиторные занятия		90	40	50
Лекции (Л)		32	14	18
Практические занятия (ПЗ)		34	14	20
Лабораторные работы (ЛР)		24	12	12
Консультации перед экзаменом		2		2
Самостоятельная работа (СР)		52	32	20
Зачет		+	+	
Экзамен		36		36

4.2. Тематический план, структурированный по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

для очной формы обучения

№ пп	Наименование тем	Всего часов	Количество часов по видам занятий			Самостоятельная	Консультация	Контроль
			Лекции	Практические	Лабораторные работы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Раздел 1. Введение в общую химию								
1	Роль химии в пожарном деле. Основные понятия и законы химии.	12	2	4		6		
2	Периодический закон Д.И. Менделеева и строение атома	6	2			4		
3	Основы радиохимии	6	2			4		
4	Пожарная опасность неорганических веществ	10	2		4	4		
Раздел 2. Химия растворов. Дисперсные системы. Основы электрохимии								
5	Свойства растворов	14	2	4	4	4		
6	Основные дисперсные системы	6	2			4		
7	Окислительно-восстановительные процессы	18	2	6	4	6		
	Зачет	+						+
Раздел 3. Основные закономерности протекания химических процессов								
8	Термодинамика химических процессов	12	4	4		4		
9	Элементы химической кинетики	12	2	2	4	4		
Раздел 4. Основы органической химии								
10	Основные теоретические положения органической химии	8	2	4		2		
11	Пожарная опасность углеводородов	12	4	4		4		
12	Пожарная опасность кислородсодержащих органических соединений	12	2	4	4	2		
13	Полимеры и полимерные материалы	10	2	2	4	2		
14	Химия и защита окружающей среды	4	2			2		
	Консультация	2					2	
	Экзамен	36						36
	Итого	180	32	34	24	52	2	36

4.3 Содержание дисциплины для обучающихся:

очной формы обучения

Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ В ОБЩУЮ ХИМИЮ

Тема 1. Роль химии в пожарном деле. Основные понятия и законы химии

Лекция. Место химии среди специальных дисциплин в пожарном деле.

Химия как раздел естествознания. Место химии в системе наук. Значение химии в формировании материалистического мировоззрения. Химия как наука о веществах и их превращениях. Основные исторические вехи развития химической науки и технологии.

Основные понятия и законы неорганической и органической химии: закон сохранения массы веществ, закон постоянства состава, закон объемных отношений, закон Авогадро и его следствия. Молекула, атом, химический элемент, простые и сложные вещества, аллотропия, относительные атомные и молекулярные массы, валентность, химические реакции и их классификация.

Практическое занятие. Основные понятия химии. Расчеты по уравнениям химических реакций. Расчет числа моль вещества, расчет количества сгоревшего вещества и продуктов реакции, расчет объема воздуха, необходимого для сгорания вещества. Использование основных законов химии для пожарно-технических расчетов.

Самостоятельная работа. Закон эквивалентов Рихтера.

Рекомендуемая литература:

основная [1, 2];

дополнительная [3, 4].

Тема 2. Периодический закон Д.И. Менделеева и строение атома

Лекция. Достижения химической науки в середине 19 века. История открытия Д.И.Менделеевым периодического закона. Сущность периодического закона. Структура таблицы периодической системы элементов. Значение открытия периодического закона для последующего развития химии как науки.

Развитие основных представлений о строении атома. Современные квантово-механические представления о строении атома. Характеристика энергетического состояния электрона квантовыми числами. Принцип Паули. Основные ядерные частицы. Изотопы.

Самостоятельная работа. Предсказательная сила периодической системы, современные достижения в области открытия и синтеза новых химических элементов.

Рекомендуемая литература:

основная [1, 2];

дополнительная [3, 4].

Тема 3. Основы радиохимии

Лекция. Типы ионизирующего излучения. Методы регистрации радиоактивного излучения. Изотопы. Типы ядерных реакций.

Самостоятельная работа. Период полураспада изотопов. Использование ядерной энергии.

Рекомендуемая литература:

основная [1, 2];

дополнительная [3, 4].

Тема 4. Пожарная опасность неорганических веществ

Лекция. Основные классы неорганических соединений. Простые вещества и химические соединения. Металлы и неметаллы. Оксиды, гидроксиды, кислоты, соли: классификация, получение, химические свойства. Генетическая связь между классами неорганических соединений.

Пожарная опасность неорганических соединений: горючие и негорючие неорганические вещества; вещества, опасные при взаимодействии с водой; негорючие вещества, представляющие пожарную опасность; вещества, самовоспламеняющиеся на воздухе. Огнезащитные покрытия.

Лабораторная работа.

Способы получения и свойства основных классов неорганических соединений.

Самостоятельная работа. Реакции, характеризующие свойства основных классов неорганических соединений – кислотных и основных оксидов, гидроксидов, кислот, солей; пожарная опасность удобрений.

Рекомендуемая литература:

основная [1, 2];

дополнительная [3, 4].

Раздел 2. ХИМИЯ РАСТВОРОВ. ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ. ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОХИМИИ

Тема 5. Свойства растворов

Лекция. Классификация растворов. Способы выражения состава растворов.

Вода. Нахождение в природе. Состав и строение молекулы воды. Основные физико-химические свойства воды.

Образование растворов. Сольватация и гидратация. Теория образования растворов Д.И.Менделеева. Термодинамические основы процесса растворения. Суммарный тепловой эффект растворения вещества*.

Растворимость и факторы, влияющие на нее: природа вещества и растворителя, агрегатное состояние, внешние условия (температура, давление).

Растворимость газов в жидкостях. Закон Генри. Парциальное давление, закон Дальтона. Взаимная растворимость жидкостей.

Практическое занятие. Способы выражения состава растворов. Коллигативные свойства растворов. Испарение жидкостей. Давление насыщенного пара. 1-й закон Рауля. Температура кипения и температура замерзания растворов. 2-й закон Рауля. Осмотическое давление, закон Вант-Гоффа.

Бинарные жидкие системы. Закон Рауля и отклонения от него. Разделение многокомпонентных жидких систем. Законы Коновалова.

Лабораторная работа. Теория электролитической диссоциации Аррениуса. Катионы и анионы. Гидратация ионов по И.А.Каблукову. Современные представления о процессе диссоциации.

Степень диссоциации. Сильные и слабые электролиты. Константа диссоциации слабых электролитов. Закон разбавления Оствальда.

Диссоциация кислот, гидроксидов, солей в свете теории электролитической диссоциации. Ионно-молекулярные уравнения.

Кислотно-основные свойства веществ. Диссоциация воды. Ионное произведение воды. Водородный показатель pH.

Самостоятельная работа. Термодинамические характеристики процесса растворения, осмотическое давление, закон Вант-Гоффа. Индивидуальная работа по теме.

Рекомендуемая литература:

основная [1, 2];

дополнительная [3, 4].

Тема 6. Основные дисперсные системы

Лекция. Дисперсное состояние вещества. Дисперсионная среда и дисперсная фаза. Условия существования дисперсных систем. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию и степени дисперсности. Свободно- и связнодисперсные системы. Удельная поверхность дисперсной фазы. Состояние вещества на границе раздела фаз. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение.

Поверхностные явления. Сорбция и сорбционные процессы. Адсорбция, абсорбция, хемосорбция и капиллярная конденсация. Изотерма поверхностного натяжения. Поверхностно-активные вещества (ПАВ). Классификация ПАВ. Адсорбция газов и паров на поверхности твердых тел. Основные принципы хроматографического разделения веществ.

Оптические, кинетические и электрические свойства дисперсных систем. Устойчивость и коагуляция дисперсных систем. Факторы устойчивости дисперсных систем: кинетический, электрический, структурно-механический. Коагулирующее действие электролитов. Разрушение дисперсных систем. Молекулярно-адсорбционная стабилизация дисперсных систем ПАВ и высокомолекулярными соединениями.

Самостоятельная работа. Дым и его характеристики.

Виды хроматографических процессов.

Рекомендуемая литература:

основная [1, 2];

дополнительная [3, 4].

Тема 7. Окислительно-восстановительные процессы

Лекция. Скачок потенциала на границе раздела фаз в электрохимической системе. Двойной электрический слой и его строение. Гальваническая цепь. ЭДС гальванического элемента. Электродные потенциалы. Ряд напряжений металлов. Уравнение Нернста.

Электрохимические системы. Классификация гальванических элементов. Первичные, вторичные, концентрационные, топливные элементы. Химические источники электрической энергии. Аккумуляторы.

Практическое занятие. Химическая и электрохимическая коррозия металлов. Методы защиты от коррозии (протекторная, катодная, анодная, химическая, антикоррозионные покрытия).

Лабораторная работа. Сущность окислительно-восстановительных реакций. Степень окисления и валентность. Методика составления окислительно-восстановительных реакций.

Окислительно-восстановительные свойства веществ. Важнейшие окислители и восстановители и их место в Периодической системе элементов. Пожароопасные свойства окислителей и восстановителей.

Самостоятельная работа. Электролиз. Особенности электрохимических реакций при электролизе. Пожарная опасность процессов электролиза. Законы Фарадея*.

Рекомендуемая литература:

основная [1, 2];

дополнительная [3, 4].

Раздел 3. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОТЕКАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Тема 8. Термодинамика химических процессов

Лекция. Предмет химической термодинамики. Понятие термодинамической системы. Параметры состояния и термодинамические функции состояния. Первый закон термодинамики. Энергетика химических процессов. Внутренняя энергия и энтальпия. Закон Гесса и следствия из него. Теплоты образования и горения вещества. Термохимические расчеты, их использование в пожарно-технических расчетах. Оценка пожарной опасности веществ по теплотам образования. Виды температуры горения. Расчет температуры горения.

Практическое занятие. Второй закон термодинамики. Возможность и направление протекания химических процессов. Обратимые химические процессы, химическое и фазовое равновесие. Энтропия как мера

неупорядоченности системы. Изменение энтропии в химических процессах и при фазовых переходах. Энергия Гиббса как количественная мера вероятности и направленности самопроизвольного протекания химических реакций. Оценка пожарной опасности химических процессов по энергии Гиббса.

Самостоятельная работа. Определение тепловых эффектов реакций.

Индивидуальные задания по теме (расчет энтальпии сгорания и удельной теплоты сгорания вещества, температуры горения)

Рекомендуемая литература:

основная [1, 2];

дополнительная [3, 4].

Тема 9. Элементы химической кинетики

Лекция. Основные понятия химической кинетики. Гомогенные и гетерогенные системы, гомогенные и гетерогенные реакции. Скорость гомогенной и гетерогенной реакции и методы ее регулирования.

Влияние концентрации реагирующих веществ на скорость химической реакции. Закон действия масс. Константа скорости химической реакции. Молекулярность реакции. Порядок реакции.

Влияние температуры на скорость химической реакции. Эмпирическое правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса. Энергия активации химического процесса.

Катализаторы и каталитические системы. Влияние катализаторов на скорость химической реакции. Гомогенный и гетерогенный катализ. Механизм действия катализаторов.

Практическое занятие. Виды химических реакций. Константа равновесия обратимой реакции. Связь энергии Гиббса и константы равновесия. Влияние энтальпийного и энтропийного факторов на равновесие горения.

Типы сложных реакций (параллельные, последовательные, сопряженные, колебательные).

Физико-химическая природа процессов горения.

Характеристика цепных реакций. Цепные реакции как основа процессов окисления. Неразветвленные и разветвленные цепные реакции.

Лабораторная работа. Влияние температуры, давления, концентрации реагирующих веществ, добавок инертных газов и катализаторов на химическое и фазовое равновесие. Принцип Ле Шателье и управление реакциями

Самостоятельная работа. Типы сложных реакций (последовательные, параллельные, сопряженные, колебательные); влияние энтальпийного и энтропийного фактора на равновесие.

Рекомендуемая литература:

основная [1, 2];

дополнительная [3, 4].

Раздел 4. ОСНОВЫ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Тема 10. Основные теоретические положения органической химии

Лекция. Предмет органической химии. Важнейшие этапы развития органической химии и промышленности органического синтеза.

Теория строения органических веществ А.М. Бутлерова. Связь химических свойств со структурой молекул. Классификация органических веществ. Основы современной теории химического строения и реакционной способности органических веществ. Структурные формулы. Изомерия. Классификация реагентов и реакций в органической химии.

Практическое занятие. Основы номенклатуры органических соединений.

Самостоятельная работа. Составление графических формул углеводов, их изомеров, зависимость показателей пожарной опасности от структуры молекул.

Рекомендуемая литература:

основная [1, 2];

дополнительная [3, 4, 5].

Тема 11. Пожарная опасность углеводов

Лекция. Предельные углеводороды - алканы. Изомерия, номенклатура, нахождение в природе. Синтез предельных углеводородов. Физические, химические и пожароопасные свойства. Применение предельных углеводородов.

Непредельные углеводороды - алкены. Изомерия, номенклатура. Синтез этиленовых углеводородов. Физические, химические и пожароопасные свойства. Применение алкенов.

Ацетиленовые углеводороды - алкины. Изомерия, номенклатура, способы получения, физические, химические и пожароопасные свойства. Применение алкинов. Сравнительная характеристика пожарной опасности углеводородов с открытой цепью.

Непредельные углеводороды с двумя кратными связями. Особенности строения и применения.

Галогенпроизводные углеводородов. Изомерия, номенклатура, основные способы получения, физические и химические свойства. Хладоны как огнетушащие вещества.

Карбоциклические соединения. Строение, физические и химические свойства. Применение.

Арены. Развитие теории строения бензола. Современные представления о строении бензола. Гомологический ряд бензола. Изомерия, номенклатура. Способы получения, физические и химические свойства. Применение аренов. Конденсированные системы.

Практическое занятие. Характеристика пожарной опасности углеводов

Самостоятельная работа. Сравнительная характеристика свойств предельных и непредельных углеводородов, качественные реакции на непредельные углеводороды и галогенсодержащие соединения.

Рекомендуемая литература:

основная [1, 2];

дополнительная [3, 4, 5].

Тема 12. Пожарная опасность кислородсодержащих органических соединений

Лекция. Спирты. Классификация, номенклатура, изомерия. Методы получения. Физические и химические свойства. Многоатомные спирты. Пожароопасность спиртов.

Простые эфиры. Изомерия, номенклатура, способы получения, физические, химические и пожароопасные свойства.

Перекисные соединения. Строение, способы получения, физические, химические и пожароопасные свойства. Применение органических перекисей.

Карбонильные соединения. Строение, изомерия, номенклатура. Основные способы получения альдегидов и кетонов. Физические и химические свойства. Применение в промышленности.

Карбоновые кислоты. Классификация, строение, изомерия, номенклатура. Способы получения. Физические и химические свойства. Область применения.

Сложные эфиры. Строение и способы получения. Химические свойства.

Высшие жирные кислоты и высшие спирты. Мыла, воски, жиры, масла. Применение и пожарная опасность. Оценка склонности масел и жиров к процессу самовозгорания.

Практическое занятие. Номенклатура кислородсодержащих органических соединений.

Лабораторная работа. Физико-химические и пожароопасные свойства кислородсодержащих органических веществ.

Самостоятельная работа. Простые эфиры. Изомерия, номенклатура, способы получения, физические, химические и пожароопасные свойства.

Перекисные соединения. Строение, способы получения, физические, химические и пожароопасные свойства. Применение органических перекисей.

Рекомендуемая литература:

основная [1, 2];

дополнительная [3, 4, 5].

Тема 13. Полимеры и полимерные материалы

Лекция. Высокомолекулярные соединения и их роль в природе и технике. Основные понятия химии ВМС. Классификация и номенклатура. Особенности физического состояния полимеров, механические свойства. Деструкция полимеров. Взаимосвязь строения полимеров с их термостойкостью и горючестью.

Полимеры, олигомеры и их синтез: реакции полимеризации и реакции поликонденсации. Химические превращения полимеров. Особенности реакций полимеров. Снижение горючести полимеров.

Полимерные материалы: каучуки, пластмассы, химические волокна, лакокрасочные покрытия. Применение полимеров, их пожарная опасность. Особенности горения полимерных материалов.

Практическое занятие. Получение огнезащитных полимерных материалов. Характеристика огнезащитных покрытий.

Лабораторная работа. Физико-химические свойства и пожароопасные свойства полимеров и полимерных материалов.

Самостоятельная работа. Композитные материалы; снижение горючести полимерных материалов.

Рекомендуемая литература

основная [1, 2];

дополнительная [3, 4, 5].

Тема 14. Химия и защита окружающей среды

Лекция. Природные и антропогенные источники загрязнения окружающей среды.

Химическое загрязнение гидросферы, атмосферы и литосферы. Борьба с загрязнением окружающей среды

Самостоятельная работа. Подготовка докладов по теме.

Рекомендуемая литература

основная [1, 2];

дополнительная [3, 4, 5].

5. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины «Химия»

При реализации программы учебной дисциплины «Химия» используется образовательная технология, предполагающая, что в рамках одной темы объединяются лекция, практические и лабораторные работы.

Общими целями всех видов занятий являются:

- обобщение, систематизация, углубление, закрепление теоретических знаний по конкретным темам учебного курса;
- формирование широкого кругозора, компетентности в трактовке нормативно-правовых актов, создание новых знаний обучающихся;
- формирование профессионально значимых качеств: самостоятельности, ответственности, точности и др.

Целями лекции являются:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировав внимание на наиболее сложных и узловых вопросах темы курса;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Целями практических занятий являются:

- обобщение, систематизация, углубление, закрепление теоретических знаний по конкретным темам учебного курса химии;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- выработка при решении поставленных задач профессионально значимых качеств: самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.
- выполнение вычислений, расчетов;
- работа с нормативными документами, инструктивными материалами, справочниками.

Целями лабораторных работ являются:

- формирование практических умений работы при соблюдении правил техники безопасности с лабораторным оборудованием и химическими веществами;
- формирование исследовательских умений (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).
- экспериментальная проверка формул, методик расчета, установление и подтверждение закономерностей, ознакомление с методиками проведения экспериментов, установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик.

Консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, и носят групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям, зачетам и экзаменам.

6. Оценочные материалы по дисциплине

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины, проводится в соответствии с содержанием дисциплины по видам занятий в форме опроса, докладов, решения задач, тестирования.

Промежуточная аттестация обеспечивает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, проводится в форме зачета и экзамена.

6.1. Примерные оценочные материалы

6.1.1. Текущего контроля

Типовые вопросы для опроса:

1. Приведите примеры простых и сложных негорючих веществ, представляющих пожарную опасность.
2. Сформулируйте стехиометрические законы химии.
3. Что называется и как можно рассчитать количество вещества?
4. В чем сходство и различие относительной молекулярной и молярной

массы?

5. Сформулируйте первоначальную и современную формулировку Периодического закона Д.И. Менделеева.

6. Что показывает номер периода и номер группы периодической системы Д.И. Менделеева.

7. Чем определяются сходные свойства элементов главных подгрупп?

Типовые темы для докладов:

1. Пожароопасные свойства полимерных материалов

2. Способы снижения горючести полимерных материалов.

3. Огнезащитные покрытия.

Типовые задачи:

1. Какой объем паров воды образовался в результате полного сгорания 120 кг бензола C_6H_6 при температуре $25^{\circ}C$ и давлении 120 кПа

2. Какой объем воздуха необходим для полного сгорания 12 кг пропина?
 $t = 18^{\circ}C$, $p = 770$ мм рт.ст.

3. Сколько 2-метилбутена-1 сгорело в помещении объемом 100 м^3 , если в результате образовалась концентрация CO_2 , равная 5 %. $t = 15^{\circ}C$, $p = 1,1 \cdot 10^5$ Па.

4. Какая масса карбида кальция вступила в реакцию с водой, если в помещении объемом 120 м^3 образовалась взрывоопасная концентрация горючего газа? $t = -2^{\circ}C$, $p = 1,2$ ат.

5. Образовалась ли в объеме 30 м^3 взрывоопасная концентрация горючего газа после завершения реакции с водой 0,2 кг карбида кальция?
 $t = 22^{\circ}C$, $p = 110$ кПа

6. Вычислить pH 10^{-3} М раствора KOH и 0,01 М раствора HNO_3 .

7. Вычислить массовую долю хлорида натрия в растворе, содержащем 40 г NaCl и 240 г воды.

8. Вычислить молярность раствора в 200 мл которого растворено 5,6 г KOH.

9. Как изменится скорость реакции, если концентрации реагирующих веществ увеличить в 2 раза? Реакция: $2NO + O_2 = 2N_2O$

10. Как изменится скорость реакции получения аммиака из водорода и азота при уменьшении объема системы в 2 раза?

Типовые задания для тестирования:

Вопрос № 1	
Химическим превращением не является	1) коррозия
	2) горение
	3) испарение
	4) фотосинтез
Вопрос № 2	
Наименьшей частицей из перечисленных является	1) молекула
	2) элемент
	3) атом

	4) простое вещество
Вопрос № 3	
Размерность «л/моль» Имеет	1) молярная масса
	2) относительная атомная масса
	3) молярный объем
	4) количество вещества
Вопрос № 4	
Наибольшее число молекул содержится в	1) 18 г H ₂ O
	2) 36 г H ₂ O
	3) 16 г H ₂
	4) 16 г O ₂
Вопрос № 5	
Относительная плотность паров по воздуху равна 2 для:	1) H ₂ S
	2) C ₄ H ₁₀
	3) C ₁₀ H ₂₂
	4) NH ₃
Вопрос № 6	
Элемент, атом которого в невозбужденном состоянии не содержит неспаренных электронов, - это	1) магний
	2) углерод
	3) сера
	4) кремний
Вопрос № 7	
Число протонов в атоме элемента, который находится в 4 периоде и в главной подгруппе V группы равно:	1) 33
	2) 50
	3) 40
	4) 23
Вопрос № 8	
Номер группы показывает	1) число протонов в ядре
	2) максимальную валентность элемента
	3) число неспаренных Электронов
	4) число энергетических уровней в атоме
Вопрос № 9	
Общее число s –элементов в периодической системе равно:	1) 2
	2) 10
	3) 12
	4) 14
Вопрос № 10	
Электронная формула внешнего электронного слоя наиболее активного металла 3 группы:	1) 2p ¹
	2) 3p ¹
	3) 4p ¹
	4) 6p ¹

6.1.2. Промежуточной аттестации

Примерный перечень вопросов, выносимых на зачет

1. Определение числа моль исходных веществ и продуктов реакции по уравнению реакции горения.
2. Расчет числа частиц в образце (через число молей).

3. Определение плотности газа или пара при заданных температуре и давлении.
4. Расчет молярного объема газа или пара при заданных температуре и давлении.
5. Расчет плотности газа или пара по другому газу (водороду, кислороду, воздуху, азоту).
6. Понятие относительной молекулярной массы и молярной массы.
7. Классификация неорганических веществ (основные оксиды, кислотные оксиды, кислоты, гидроксиды, соли).
8. Примеры простых и сложных горючих и негорючих веществ.
9. Примеры простых и сложных негорючих, но представляющих пожарную опасность веществ.
10. Примеры простых и сложных огнетушащих веществ.
11. Примеры простых и сложных веществ, представляющих опасность при взаимодействии с водой.
12. Примеры простых и сложных веществ – окислителей.
13. Примеры сильных восстановителей.
14. Изменение металлических и неметаллических свойств в группах и периодах.
15. Электронные паспорта элементов.
16. Определение числа протонов, электронов, нейтронов, количества неспаренных электронов, значения главного квантового числа, числа энергетических уровней.
17. Характеристика 3-d и 4-p элементов.
18. Примеры веществ с различными типами химической Ковалентная связь.
19. Ионная связь.
20. Металлическая связь.
21. Водородная связь.
22. Уравнения реакций ядерного распада (альфа и бета).
23. Уравнения ядерных реакций.
24. Расчет молярной концентрации раствора (молярности М).
25. Расчет массовой доли вещества в растворе (%-ной концентрации w).
26. Влияние температуры, давления (закон Генри), наличия примесей на растворимость газов в жидкостях.
27. Коллигативные свойства растворов.
28. Температура кипения и замерзания растворов (сравнить с чистым растворителем).
29. Физический смысл криоскопической и эбулиоскопической констант.
30. Испарение.
31. Давление насыщенного пара при различных температурах и при температуре кипения.
32. Примеры растворов электролитов и неэлектролитов.
33. Ступенчатая диссоциация многоосновных кислот и двухкислотных гидроксидов в водном растворе.

34. Расчет pH сильных кислот и сильных гидроксидов.
35. Ионное произведение воды.
36. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию.
37. Причины устойчивости дисперсных систем. Разрушение коллоидов.
38. Понятие окислителей и восстановителей.
39. Типы окислительно-восстановительных реакций.
40. Классификация гальванических элементов.
41. Способы защиты от коррозии.
42. Расставить коэффициенты в уравнении реакции, указать окислитель и восстановитель: $C + HNO_3 = CO_2 + NO + H_2O$
43. Чему равна молярная концентрация раствора HNO_3 , если pH этого раствора равен 4?
44. Приведите примеры дисперсных систем, которые а) являются продуктами горения; б) используются при тушении пожаров.
45. Рассчитайте потенциал водородного электрода при стандартном давлении водорода и pH 5.
46. Составьте схемы двух стандартных гальванических элементов, в одном из которых кадмий является анодом, а в другом - катодом. Напишите уравнения электродных процессов и вычислите ЭДС каждого элемента
47. Что представляет собой процесс коррозии?
48. Приведите пример анодного покрытия для железа.
49. Чему равна молярная концентрация раствора HCl , если pH этого раствора равен 5?
50. В чем причина устойчивости дисперсной системы - дыма?
51. Рассчитайте потенциал серебряного электрода, погруженного в 0,01 М раствор соли серебра.
52. Никелевые пластинки опущены в растворы $MgSO_4$ $HgCl_2$ $CuSO_4$ $Al_2(SO_4)_3$ $AgNO_3$ $SnCl_2$
С какими солями никель будет реагировать?
53. Расставить коэффициенты в уравнении реакции, указать окислитель и восстановитель: $KClO_3 + S = KCl + SO_2$
54. Приведите примеры химической коррозии металлов.
55. Какие типы гальванических элементов Вы знаете? Приведите примеры.
56. Какое железо корродирует быстрее - находящееся в контакте с оловом или с медью?
57. Вычислить pH 0,001 М раствора гидроксида калия КОН.
58. Какие виды сорбционных процессов Вы знаете?
59. Рассчитайте потенциал водородного электрода в чистой воде.
60. Из предложенных элементов - Mg, Sn, H - составьте стандартную гальваническую пару, имеющую наименьшее значение ЭДС.
61. К какому виду коррозии относится газовая коррозия? Приведите примеры.
62. Напишите выражение для произведения растворимости $CuCO_3$.
63. Приведите примеры дисперсных систем, в которых дисперсионной

средой является жидкость. Какие из них могут быть огнетушащими веществами?

64. Вычислить потенциал ртутного электрода при $[Hg^{+2}] = 10^{-5} M$.

65. Составьте два элемента, в одном из которых медь является катодом, а в другом - анодом. Вычислите ЭДС этих элементов и укажите электродные процессы.

66. Что представляет собой концентрационный гальванический элемент?

В каком случае прекращается его работа?

67. Какой процесс называется адсорбцией?

68. В чем различие истинных и коллоидных растворов?

69. Какой из образцов будет больше подвержен коррозии: чистое железо или железо с примесями золота?

70. Чем определяется агрегативная устойчивость коллоидов?

Примерный перечень вопросов, выносимых на экзамен

1. Уравнение реакции горения углеводородов и кислородсодержащих соединений.

2. Понятие энтальпии.

3. Закон Гесса. Выражение для теплового эффекта реакции горения по 1 и 2-му следствиям закона Гесса.

4. Тепловой эффект реакций (соотношение Q и $^{\circ}H$ для эндо- и экзотермических реакций). Удельная теплота сгорания.

5. Оценка изменения энтропии в различных процессах (испарения, конденсации, плавления, кристаллизации, возгонки).

6. Термодинамические функции состояния и их размерность. Уравнение Гиббса. Энтальпийный и энтропийный факторы, их влияние на протекание реакций при низких и высоких температурах.

7. Оценка возможности и условий протекания реакций.

8. Закон действующих масс. Выражение для скорости прямой и обратной реакции. Физический смысл константы скорости реакции.

9. Зависимость скорости реакции от температуры, давления, изменения объема системы. Расчетные задачи.

10. Выражение для скорости реакции и константы равновесия.

11. Понятие растворимости, факторы, влияющие на растворимость.

12. Расчет массовой и мольной доли, молярной концентрации компонентов в растворе.

13. Коллигативные свойства растворов. Давление насыщенного пара, температура кипения растворов. Законы Рауля (температура замерзания и температура кипения, физический смысл криоскопической постоянной).

14. Примеры окислителей и восстановителей (простых, сложных веществ), веществ опасных при взаимодействии с водой).

15. Гомогенные и гетерогенные реакции.

16. Константа химического равновесия.

17. Влияние температуры, давления, концентрации веществ на равновесие в химической реакции (принцип Ле Шателье). Задачи.
18. Причина увеличения скорости реакции при повышении температуры. Правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса. Энергия активации.
19. Классификация органических соединений.
20. Изомерия (углеродной цепи, положения кратных связей и функциональных групп, пространственная (цис- и транс-), межклассовая).
21. Классификация органических реакций (замещение, присоединение, окисление и т.д.). Реакции, характерные для различных классов соединений.
22. Гибридизация. Расчет сигма и пи-связей в органических соединениях. Например, определить число σ - и π -связей в 2-метилпентане; 2-метилпентене-1; пентине.
23. Пожарная опасность углеводородов.
24. Пожарная опасность кислородсодержащих органических соединений.
25. Связь структуры органических соединений и их показателей пожарной опасности.
26. ВМС, полимеры, олигомеры.
27. Классификация полимеров.
28. Термопласты и реактопласты.
29. Способы получения полимеров.
30. Деструкция полимеров.
31. Дисперсные системы (классификация по составу, примеры дисперсных систем на пожарах, причины устойчивости дисперсных систем; оптические, электрические свойства коллоидов).
32. Номенклатура органических соединений, общие формулы углеводородов и кислородсодержащих органических соединений.
33. Изомеры и гомологи.
34. Алканы. Реакции замещения (галогенирование, нитрование), крекинг.
35. Алкены, алкадиены. Реакции присоединения (гидрирование, галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация). Неполное окисление.
36. Алкины. Реакции присоединения (гидрирование, галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация). Реакции замещения.
37. Циклоалканы. Реакции больших и малых циклов.
38. Арены. Реакции замещения (галогенирование, нитрование). Получение гомологов бензола.
39. Реакция Вюрца.
40. Реакции галогенуглеводородов в водном и спиртовом растворе щелочи.
41. Спирты. Реакции гидроксильного водорода и гидроксильной группы. Окисление спиртов.
42. Альдегиды и кетоны. Реакции окисления и восстановления.
43. Карбоновые кислоты. Реакции карбоксильного водорода и карбоксильной группы.
44. Высшие жирные кислоты. Жиры, мыла.

45. Получение и гидролиз сложных эфиров. Восстановление сложных эфиров.
46. Гибридизация атомных орбиталей. Расчет сила сигма- и пи- связей.
47. Ароматизация (каталитическая дегидроциклизация) алканов.
48. Переработка угля, нефти и газа.
49. Химия и защита окружающей среды.
50. Химия и здоровье человека.
51. Характеристика каучуков.
52. Характеристика пластмасс.
53. Получение и свойства химических волокон.
54. Снижение горючести полимерных материалов.
55. Характеристика огнезащитных покрытий.
56. В чем сущность процесса крекинга? Какие вещества образуются при крекинге октана?
57. Сколько видов изомерии может быть реализовано у четвертого представителя гомологического ряда алкенов?
58. Какие виды изомерии могут реализоваться у соединения состава C_6H_{12} ?
59. Приведите примеры процессов вторичной переработки нефти.
60. Назовите возможные продукты ароматизации (дегидроциклизации) гептана.
61. Какие Вы знаете способы переработки угля? Приведите примеры нескольких веществ, которые получают в этих процессах.
62. Приведите 2 возможных соединения, образующихся при реакции изомеризации нонана и содержащих в главной цепи шесть и семь атомов углерода. Назовите их.
63. Перечислите несколько основных фракций, получающихся при первичной переработке нефти.
64. Что представляет собой процесс первичной переработки нефти?
65. Приведите примеры соединений, являющихся изомерами, но относящихся к различным классам органических соединений.
66. Какой вид гибридизации может быть реализован в соединении, имеющем формулу C_3H_6 ?
67. Какие вы знаете способы переработки угля?
68. Какие элементы относятся к органогенам?
69. Что называется высокомолекулярными соединениями?
70. Какие вещества относятся к олигомерам?
71. В чем различие реакций полимеризации и поликонденсации?

6.2. Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок

Система оценивания включает:

Форма	Показатели	Критерии выставления оценок	Шкала оценивания
-------	------------	-----------------------------	------------------

контроля	оценивания		
зачет	правильность и полнота ответа	дан правильный, полный ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; могут быть допущены недочеты, исправленные самостоятельно в процессе ответа; дан правильный, недостаточно полный ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи; могут быть допущены недочеты, исправленные с помощью преподавателя; дан недостаточно правильный и полный ответ; логика и последовательность изложения имеют нарушения; в ответе отсутствуют выводы.	зачтено
		ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу; присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения; дополнительные и уточняющие вопросы не приводят к коррекции ответа на вопрос.	не зачтено
экзамен	правильность и полнота ответа	дан правильный, полный ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; могут быть допущены недочеты, исправленные самостоятельно в процессе ответа.	отлично
		дан правильный, недостаточно полный ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи; могут быть допущены недочеты, исправленные с помощью преподавателя.	хорошо
		дан недостаточно правильный и полный ответ; логика и последовательность изложения имеют нарушения; в ответе отсутствуют выводы.	удовлетворительно
		ответ представляет собой	неудовлетворительн

		разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу; присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения; дополнительные и уточняющие вопросы не приводят к коррекции ответа на вопрос.	о
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

7. Ресурсное обеспечение дисциплины

7.1. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

- Microsoft Windows 7 Professional – Системное программное обеспечение. Операционная система. [Коммерческая (Volume Licensing)]; ПО-72В-264;
- Microsoft Windows 8 Professional – Системное программное обеспечение. Операционная система. [Коммерческая (Volume Licensing)]; ПО-842-573;
- Microsoft Windows Professional, Russian – Системное программное обеспечение. Операционная система. [Коммерческая (Volume Licensing)]; ПО-ВЕ8-834;
- Microsoft Office Standard (Word, Excel, Access, PowerPoint, Outlook, OneNote, Publisher) – Пакет офисных приложений [Коммерческая (Volume Licensing)]; ПО-D86-664;
- Adobe Acrobat Reader DC – Приложение для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF [Бесплатная]; ПО-F63-948;
- 7-Zip – Файловый архиватор [Бесплатная]; ПО-F33-948;
- Apache OpenOffice – Пакет офисных приложений [Открытая]; ПО-ЕВ7-115;
- Google Chrome – Браузер [Открытая]; ПО-F2С-926;
- LibreOffice – Пакет офисных приложений [Открытая]; ПО-СВВ-979;
- Альт Образование 8 – Системное программное обеспечение. Операционная система. [Открытая]; ПО-534-102.

7.2. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Информационная справочная система — Сервер органов государственной власти Российской Федерации <http://россия.рф/> (свободный доступ); профессиональные базы данных — Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru/> (свободный доступ); федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru> (свободный доступ); система официального опубликования правовых актов в электронном виде <http://publication.pravo.gov.ru/> (свободный доступ); федеральный портал «Совершенствование государственного управления» <https://ar.gov.ru> (свободный

доступ); электронная библиотека университета <http://elib.igps.ru> (авторизованный доступ); электронно-библиотечная система «ЭБС IPR BOOKS» <http://www.iprbookshop.ru> (авторизованный доступ).

7.3 Литература

Основная литература

1. **Глинка, Николай Леонидович.** Общая химия : учебное пособие / Н. Л. Глинка. - изд. стер. - М. : КноРус, 2013. - 752 с. - Библиогр.: с. 725-747 . - Алф. указ.: с. 727-728 . - Предм. указ.: с. 729-747. - ISBN 978-5-406-02934-3

2. **Химия : курс лекций : [гриф МЧС]** / Е. Г. Коробейникова [и др.] ; ред. В. С. Артамонов. - СПб. : СПбУ ГПС МЧС России, 2011. - 424 с.

Режим доступа: <http://elib.igps.ru/?&type=card&cid=ALSFR-4ad9458f-a975-4088-89b2-2aaa3be48098>

Дополнительная литература

3. **Суворов, Андрей Владимирович.** Общая химия : учебное пособие для вузов / А. В. Суворов. - СПб. : Химия, 1994. - 624 с.

Режим доступа: <http://elib.igps.ru/?&type=card&cid=ALSFR-46cc44c5-5856-4d0c-84e5-47d1fc2daabf>

4. **Коробейникова, Елена Германовна.** Химия в определениях, таблицах, типовых задачах : учебное пособие : [гриф МЧС]. Ч. I / Е. Г. Коробейникова, Н. Ю. Кожевникова ; МЧС России. - СПб. : СПбУ ГПС МЧС России, 2019. - 286 с.

Режим доступа: <http://elib.igps.ru/?8&type=card&cid=ALSFR-23308142-6368-45cf-9436-49e14030f4de&remote=false>

5. **Свидзинская, Галина Борисовна.** Вопросы и задачи по органической химии : учебное пособие : [гриф МЧС]. Ч. 1. Классификация и номенклатура органических соединений. Углеводороды и их производные / Г. Б. Свидзинская, М. Е. Шкитронов ; МЧС России. - СПб. : СПбУ ГПС МЧС России, 2018. - 207 с.

Режим доступа: <http://elib.igps.ru/?28&type=card&cid=ALSFR-7a236908-2c9d-4c6e-b066-9b72fc44f060&remote=false>

7.4. Материально-техническое обеспечение

Для проведения и обеспечения занятий используются помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: автоматизированное рабочее место преподавателя, маркерная доска, мультимедийный проектор, документ-камера, посадочные места обучающихся.

Лаборатория химии оснащена в соответствии с тематикой рабочей программы дисциплины.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде

университета.

Автор: кандидат химических наук, доцент Коробейникова Е.Г.