



МЧС РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Уральский институт государственной противопожарной службы
Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны,
чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

Кафедра криминалистики и инженерно-технических экспертиз

Методические рекомендации

дисциплины

ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЕ МЕТОДЫ СУДЕБНО-ЭКСПЕРТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Специальность 40.05.03 Судебная экспертиза
(уровень специалитета)
профиль – «Инженерно-технические экспертизы»

Екатеринбург
2023

Составитель:

Беззапонная О.В., доцент кафедры криминалистики и инженерно-технических экспертиз Уральского института ГПС МЧС России, к.т.н., доцент.

Методические рекомендации рассмотрены на заседании кафедры криминалистики и инженерно-технических экспертиз «6» июля 2023 г., протокол № 18.

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение.....	4
1	Требования к результатам освоения дисциплины.....	5
2	Структура дисциплины.....	7
3	Рекомендации по освоению дисциплины.....	8
	3.1 Рекомендации по подготовке к лекциям.....	9
	3.2 Рекомендации по подготовке к практическим занятиям.....	10
4	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы.....	11
5	Методические рекомендации по подготовке к зачёту (экзамену)...	13
6	Методические рекомендации по подготовке курсовой работы	
7	Рекомендуемая литература.....	20

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Естественнонаучные методы судебно-экспертных исследований» относится к базовой части ОПОП по специальности 40.05.03 Судебная экспертиза (уровень специалитета) и призвана сформировать у обучающихся представление о современных научных методах судебной экспертизы, раскрыть общие методологические принципы производства судебных экспертиз, технологию экспертного исследования, как особого вида познавательной деятельности. Обучающийся должен быть осведомлен об организационных, методологических и практических основах экспертной деятельности, возможностях судебной экспертизы, без использования которой часто невозможно установить истину, получить новые доказательства или подтвердить уже полученные.

Целью освоения дисциплины «Естественнонаучные методы судебно-экспертных исследований» является формирование у студентов целостного представления о методологии экспертных исследований и современных экспертных технологиях.

Для достижения данной цели предусматривается решение следующих основных задач:

- изучение основ естественнонаучных методов экспертного исследования на основе специальных знаний в области химии и физики;
- приобретение знаний и практических навыков применения естественнонаучных методов анализа при проведении экспертных исследований;
- ознакомление с основными направлениями дальнейшего совершенствования естественнонаучных методов и технических средств экспертного исследования.

Дисциплина «Естественнонаучные методы судебно-экспертных исследований» тесно связана со многими отраслями права, а также со смежными естественнонаучными, общепрофессиональными и специальными дисциплинами. В результате изучения дисциплины обучающийся получает необходимые знания, которые должны способствовать освоению будущей юридической специальности, развитию его профессионального мастерства.

1. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1

Результат освоения образовательной программы	Содержание компетенции	Результат обучения по дисциплине
РО-01 - способность осуществлять коммуникацию на иностранном и русском языке в устной и письменной форме, осуществлять эффективное деловое общение	ОК-7 - способность к логическому мышлению, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь, вести полемику и дискуссии	Знать: теоретические основы естественнонаучных методов исследования. Уметь: аргументировано и ясно строить устную и письменную речь, вести полемику и дискуссии. Владеть: навыками логического мышления и построения устной и письменной речи, ведения полемики и дискуссии.
РО-03 - способность применять информационные ресурсы и технологии, методику получения и обработки информации в системе экспертных и научных исследований	ОК-12 - способность работать с различными информационными ресурсами и технологиями, применять основные методы, способы и средства получения, хранения, поиска, систематизации, обработки и передачи информации	Знать: современные информационные технологии получения, хранения, поиска, систематизации, обработки и передачи информации. Уметь: применять информационные ресурсы и технологии, методику получения и обработки информации в системе экспертных и научных исследований Владеть: навыками работы с различными информационными ресурсами и технологиями, применения основных методов, способов и средств получения, хранения, поиска, систематизации, обработки и передачи информации
	ОПК-2 - способностью применять естественнонаучные и математические методы при решении профессиональных задач, использовать средства измерения	Знать: математические методы, используемые в судебно-экспертных исследованиях; основные физические, физико-химические и химические методы анализа, применяемые при проведении экспертных исследований; основы метрологии: методы и технические средства, используемые для получения количественных характеристик объектов криминалистического исследования, включая международную систему единиц измерения СИ. Уметь: использовать естественнонаучные знания для решения профессиональных задач; интерпретировать полученные результаты анализа при решении профессиональных задач.

		Владеть: навыками применения естественнонаучных и математических методов при решении профессиональных задач, использования средства измерения
РО-05 - способность применять способы, методы, технологии и современные технические средства в области судебных экспертиз и исследований в профессиональной деятельности	ПК-1 - способностью использовать знания теоретических, методических, процессуальных и организационных основ судебной экспертизы, криминалистики при производстве судебных экспертиз и исследований	Знать: теоретические, методические, процессуальные и организационные основы судебной экспертизы, криминалистики при производстве судебных экспертиз и исследований. Уметь: применять способы, методы, технологии и современные технические средства в области судебных экспертиз и исследований в профессиональной деятельности. Владеть: навыками использования знаний теоретических, методических, процессуальных и организационных основ судебной экспертизы, криминалистики при производстве судебных экспертиз и исследований.
	ПК-2 - способностью применять методики судебных экспертных исследований в профессиональной деятельности	Знать: методологию естественнонаучных методов и их возможности при обнаружении, фиксации, изъятии и исследовании объектов судебной экспертизы. Уметь: применять методики судебных экспертных исследований в профессиональной деятельности. Владеть: навыками применения методики судебных экспертных исследований в профессиональной деятельности.
	ПК-3 - способностью использовать естественнонаучные методы при исследовании вещественных доказательств	Знать: теоретические основы естественнонаучных методов исследования и возможности их применения при обнаружении, фиксации, изъятии и исследовании объектов судебной экспертизы. Уметь: использовать естественнонаучные методы при исследовании вещественных доказательств; интерпретировать результаты применения естественнонаучных методов для решения задач судебных экспертиз.

		Владеть: навыками применения технических средств и естественнонаучных методов при проведении экспертных исследований; навыками исследования объектов с использованием приборов и инструментальной базы.
РО-6 - способность применять современное технико-криминалистическое обеспечение экспертной и исследовательской деятельности	ПК-6 - способностью применять при осмотре места происшествия технико-криминалистические методы и средства поиска, обнаружения, фиксации, изъятия и предварительного исследования материальных объектов - вещественных доказательств	Знать: технико-криминалистические методы и средства поиска, обнаружения, фиксации, изъятия и предварительного исследования материальных объектов - вещественных доказательств. Уметь: применять технико-криминалистические методы и средства поиска, обнаружения, фиксации, изъятия и предварительного исследования материальных объектов - вещественных доказательств при осмотре места происшествия. Владеть: навыками исследования материальных объектов - вещественных доказательств.
РО-09 - способность применять средства, методы и результаты инженерно-технических и пожарно-технических экспертиз и исследований в различных видах судопроизводства	ПСК-2.1 - способностью применять методики инженерно-технических экспертиз и исследований в профессиональной деятельности	Знать: методологию инженерно-технических экспертиз и исследований в профессиональной деятельности. Уметь: применять средства, методы и результаты инженерно-технических и пожарно-технических экспертиз и исследований в различных видах судопроизводства Владеть: навыками применения методики инженерно-технических экспертиз и исследований в профессиональной деятельности.

2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем
1	Общая характеристика методов и средств экспертного исследования
2	Научные основы метрологии судебно-экспертных исследований
3	Математические методы при проведении экспертных исследований
4	Вероятностно-статистические методы в судебной экспертизе и математическая обработка результатов исследования
5	Строение вещества
Зачёт	
6	Химические методы исследования объектов судебной экспертизы
7	Электрохимические методы анализа

8	Методы исследования поверхности и внутренней структуры объектов судебной экспертизы
9	Физико-технические методы анализа
10	Термические методы анализа
Зачёт	
11	Спектральные методы анализа
12	Методы определения элементного состава объектов судебной экспертизы
13	Методы определения молекулярного состава и структуры объектов судебной экспертизы
14	Хроматографические методы исследования
15	Биологические методы исследования в судебной экспертизе
16	Полевые методы исследования в судебной экспертизе
Экзамен	

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 10 зачётных единиц или 360 часов.

Семестр (ы), периоды изучения: 5, 6, 7.

Формы контроля: зачет (5 семестр), зачёт (6 семестр), экзамен (7 семестр).

3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение курса дисциплины «Естественнонаучные методы судебно-экспертных исследований» базируется на сочетании лекционного материала, научной, учебной, учебно-методической литературы, нормативных правовых актов с практическими методами обучения. Важное место занимает решение задач и получение навыков использования технических средства и методики экспериментальных исследований в экспертной практике. Поэтому при изучении данного курса много времени отводится практическим занятиям.

При реализации различных видов учебной работы используются разнообразные (в т. ч. интерактивные) методы обучения, в частности: мультимедийная система для подготовки и проведения лекционных и семинарских (практических) занятий; размещение материала курса на электронных носителях (электронных дисках); в рамках требований ФГОС ВПО предусматривается участие в тематических дискуссиях. Перед изучением курса рекомендуется ознакомиться с рабочей программой дисциплины.

В ходе изучения курса, обучающиеся должны освоить теоретический материал и закрепить его посредством выполнения практических заданий. Все вопросы, возникающие в процессе изучения курса, выясняются у преподавателя, как в процессе практических занятий, так и в индивидуальном порядке на консультациях с преподавателем.

Для успешного освоения материала дисциплины необходимо руководствоваться следующими правилами:

- обязательная запись лекций преподавателя: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения, пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины;
- самостоятельная подготовка и активная работа на практических занятиях;
- своевременное и качественное выполнение заданий, заданных на самостоятельную работу;
- проработка нормативных документов по изучаемой тематике;
- обязательное применение методических рекомендаций для самостоятельного изучения учебной дисциплины, разработанных кафедрой;
- проработка материалов лекций, семинарских занятий, работа с рекомендованной учебной литературой при подготовке к сдаче зачетов и экзамена.

Успешное изучение дисциплины зависит от того, как обучающийся освоил теоретический материал и выполнил практические задания по всему курсу. Изучение материала осуществляется на аудиторных занятиях (лекциях и практических работах) и в рамках самостоятельного изучения дисциплины.

На лекциях обучающийся, как правило, впервые знакомится с материалами темы. Преподаватель раскрывает наиболее важные, принципиальные вопросы каждой темы, способствующие пониманию логики построения курса, структуры и содержания основных разделов, понятий и категорий дисциплины. На лекции объясняются также вопросы, понимание которых вызывает наибольшие затруднения у обучающихся.

Основная часть учебного материала (неохваченные на лекциях вопросы, вопросы и темы, имеющие чисто информативный и описательный характер) должна быть проработана обучающимися самостоятельно, вне аудиторных занятий. Самостоятельная работа является неотъемлемой составной частью процесса подготовки специалистов.

3.1. Рекомендации по подготовке к лекциям

Успешное изучение курса требует от магистрантов посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой, написания рефератов, подготовки докладов.

Лекции являются основным теоретическим руководством при изучении дисциплины. На лекционных занятиях подробно, аргументировано и методически строго рассматриваются основные вопросы тем дисциплины, даются различные подходы к исследуемым проблемам.

На лекциях обучающийся, как правило, впервые знакомится с материалами темы. Преподаватель раскрывает наиболее важные, принципиальные вопросы каждой темы, способствующие пониманию логики построения курса, структуры и содержания основных разделов, понятий и

категорий дисциплины. На лекции объясняются также вопросы, понимание которых вызывает наибольшие затруднения у обучающихся.

Запись лекции – одна из основных форм активной работы обучающихся, требующая навыков и умения кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения, формулировки. Культура записи лекции – один из важнейших факторов успешного и творческого овладения знаниями.

При формировании конспекта лекции магистранту рекомендуется придерживаться некоторых правил графического дизайна оформления текста. В частности, необходимо четко выделять заголовки различных уровней шрифтами одинакового для каждого уровня исполнения. Формулировки и определения выделять обозначением на полях, шрифтом, цветом или подчеркиванием.

Текст одинаковой значимости должен быть выделен одним и тем же способом. Предпочтительным является фиксирование лекционного материала в виде таблиц, схем или, если это возможно, организационных диаграмм. Для наилучшего восприятия материала рекомендуется писать конспект разборчивым почерком и применять только общепринятые или понятные данному магистранту сокращения. Каждому обучающемуся рекомендуется разработать индивидуальную систему понятных ему сокращений.

После прослушивания лекции и создания ее конспекта рекомендуется в тот же день вечером в течение 20-30 минут просмотреть свои записи в конспекте по последней лекции, закрепив тем самым пройденный материал.

В случае наличия неясных моментов, требующих дополнительного разъяснения преподавателем, подготовить список вопросов, которые необходимо будет задать преподавателю на следующей лекции или ближайшей консультации. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу.

Перед очередной лекцией рекомендуется течение 10-15 минут освежить в памяти материалы предыдущей лекции, что позволит облегчить восприятие нового материала, базирующегося на ранее представленной информации.

Регулярно отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам. При необходимости работы с дополнительной литературой не следует откладывать такую работу на последний день, а ознакомиться с рекомендованной преподавателем литературой не позднее дня, следующего за днем получения такого задания. Постоянная активность на занятиях, готовность ставить и обсуждать актуальные проблемы курса - залог успешной работы и положительной оценки.

Основная часть учебного материала (неохваченные на лекциях вопросы, вопросы и темы, имеющие чисто информативный и описательный характер) должна быть проработана обучающимися самостоятельно, вне аудиторных занятий. Самостоятельная работа является неотъемлемой составной частью процесса подготовки магистрантов.

3.2. Рекомендации по подготовке к практическим занятиям

В ходе изучения курса обучаемые должны не только усвоить теоретический материал, но и закрепить его посредством решения практических заданий.

При подготовке к практическим занятиям обучающимся следует:

- до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия;
- при подготовке к практическим занятиям следует обязательно использовать не только лекции, учебную литературу, но и нормативно-правовые акты и материалы правоприменительной практики;
- теоретический материал следует соотносить с правовыми нормами, так как в них могут быть внесены изменения, дополнения, которые не всегда отражены в учебной литературе;
- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;
- в ходе практического занятия (семинара) давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов;
- на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных анализов, в случае затруднений обращаться к преподавателю.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа – основа успешного освоения изучаемой дисциплины при формировании умений и навыков по применению теоретических основ к решению конкретных практических задач. Самостоятельная работа магистрантов представляет собой планируемую, организационно и методически направляемую преподавателем деятельность обучающихся по освоению учебной дисциплины и приобретению профессиональных навыков, осуществляемую за рамками аудиторной учебной работы.

Целью самостоятельной подготовки является освоение в полном объеме основной образовательной программы и достижение соответствия уровня подготовки выпускников требованиям федерального государственного образовательного стандарта. Самостоятельная работа магистрантов включает в себя выполнение различного рода заданий, которые ориентированы на более глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины.

В ходе самостоятельной работы, планируемой по учебной дисциплине, слушатели должны:

- освоить теоретический материал по изучаемой дисциплине (освоение лекционного курса, а также освоение отдельных тем, отдельных вопросов тем, отдельных положений и т. д.);

- применить полученные знания и практические навыки для анализа ситуации и выработки правильного решения, (подготовка к групповой дискуссии, письменный анализ конкретной ситуации, разработка проектов и т. д.);

- применить полученные знания и умения для формирования собственной позиции, теории, модели (написание выпускной дипломной работы, научно-исследовательской работы слушателей).

Виды заданий для самостоятельной работы определяются поставленными целями:

- для овладения знаниями: чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы); составление плана текста; графическое изображение структуры текста; конспектирование текста; работа с нормативными документами; учебно-исследовательская работа; использование аудио- и видеозаписей; компьютерной техники, Интернет и др.;

- для закрепления и систематизации знаний: работа с конспектом лекции (обработка текста); повторная работа над учебным материалом (учебника, дополнительной литературы, аудио- и видео-записей); составление плана и тезисов ответа; составление таблиц для систематизации учебного материала; изучение нормативных материалов; аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, конспектирование, анализ и др.); подготовка рефератов, докладов;

- для формирования умений: решение задач и упражнений по образцу; решение вариантных задач и упражнений; решение ситуационных задач; подготовка к деловым играм; проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности; опытно-экспериментальная работа; рефлексивный анализ профессиональных умений, с использованием аудио- и видеотехники и др.

Критериями оценки результатов самостоятельной работы магистрантов являются:

- уровень освоения слушателями учебного материала;
- умения слушателей использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- сформированность общеучебных умений;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЗАЧЕТУ (ЭКЗАМЕНУ)

Подготовку к сдаче зачёта (экзамена) рекомендуется начинать по порядку следования тем изложения лекционного материала, не забывая прорабатывать нормативные документы, регламентирующие проведение экспертизы пожара. Проработку теоретического материала рекомендуется проводить по конспектам лекций и учебным пособиям, представленным в списке основной литературы. При первом чтении материала не стоит задерживаться на математических формулах, сначала следует получить общее представление о рассматриваемых вопросах, а также выявить сложные и непонятные моменты. Такой подход, при котором все физико-химические процессы рассматриваются на уровне сущности, а не набора отдельных понятий и фактов, способствует не только более глубокому и прочному усвоению материала, но и формированию логического мышления, способности воспринимать и осмысливать сущность процессов и явлений, протекающих при горении. При последующей проработке материала в прочитанном тексте выделяются главные идеи, устанавливаются логические взаимосвязи между ними, большее внимание уделяется деталям, особенностям протекания тех или иных процессов и явлений, материал повторяется несколько раз для лучшего запоминания определений и формул.

При планировании ответа на билет нужно быть готовым не только коротко и чётко изложить теоретические вопросы и ответить на дополнительные вопросы, но и при необходимости обосновать свои действия при решении задачи.

При сдаче зачета (экзамена) необходимо учитывать, что при оценивании знаний магистрантов преподаватель руководствуется, прежде всего, следующими критериями:

- правильность ответов на вопросы;
- полнота и лаконичность ответа;
- умение толковать и применять нормативные акты;
- способность правильно квалифицировать факты и обстоятельства, разделять причину и следствия процесса;
- способности дачи адекватных выводов и заключений;
- ориентирование в нормативно-технической литературе;
- логика и аргументированность изложения;
- культура ответа.

Таким образом, при проведении зачета преподаватель уделяет внимание не только содержанию ответа, но и форме его изложения.

Зачет (экзамен) проводится в период, установленной графиком учебного процесса и рабочим учебным планом. К сдаче зачета допускаются обучаемые, успешно освоившие учебную дисциплину в части выполнения практических, индивидуальных заданий.

При проведении зачета (экзамена) в аудитории могут одновременно находиться не более 6-8 обучаемых. Обучаемый, вызванный для сдачи зачета, берет билет и бумагу для выполнения задания, называет номер билета и приступает к выполнению. Зачет проводится по билетам, охватывающим весь пройденный материал. Билет включает один теоретический вопрос по разным темам курса и практическое задание.

На зачете (экзамене) разрешено пользоваться только теми информационно-справочными материалами, которые представлены в Перечне разрешенной к зачету литературы. Использовать учебники, задачки или конспекты запрещается.

На подготовку к ответу по вопросам билета обучающемуся дается 30 (на зачёте) 40 (на экзамене) минут с момента получения им билета. Зачет (экзамен) проводится в традиционной форме собеседования, в процессе которого обучаемый отвечает на вопросы, представленные в билете.

По готовности преподаватель проводит собеседование с экзаменуемым, в процессе которого обучаемый отвечает на вопросы преподавателя и приводит решение задачи, представленной в билете. После ответов на дополнительные вопросы преподавателя выставляется итоговая оценка. Оценка по результатам устного экзамена объявляется обучаемому сразу после ответа. Экзаменатор выставляет полученную оценку в экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

В случае доклада обучаемого, что он не может ответить на вопросы задания, ему выставляется оценка «неудовлетворительно». Обучающимся, замеченным в помощи друг другу, пользующимся неразрешенными пособиями и записями, а также нарушившим установленные правила сдачи зачета, по решению преподавателя, могут даваться другие или дополнительные задания или они могут экзаменоваться без билета. При неоднократном нарушении правил проведения зачета или отказе отвечать на вопросы билета выставляется оценка «неудовлетворительно». Повторная передача зачета, по которому обучающийся получил неудовлетворительную оценку, допускается по завершении сдачи всех экзаменов.

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Тема курсовой работы «Химические и электрохимические методы в судебно-экспертной деятельности».

Несмотря на то, что в современном мире всё сильнее наблюдается влияние научно-технического прогресса на все сферы нашей жизни и всё чаще в экспертных исследованиях применяют современные инструментальные методы, необходимо знать теоретические основы классических химических и электрохимических методов, характеризующихся достаточно высокой точностью и чувствительностью и часто применяющихся в судебно-

экспертной деятельности при производстве инженерно-технических экспертиз.

Цель работы: изучение химических и электрохимических методов исследования состава вещества, применяемых в экспертных исследованиях.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- рассмотреть химические методы исследования, их классификацию и сущность;
- подробно изучить гравиметрический метод анализа и метод экстракции и их применение для решения экспертных задач;
- рассмотреть электрохимические методы исследования, их классификацию и сущность;
- подробно изучить потенциометрический метод анализа и его применение в экспертных исследованиях.

Объект исследования: химические и электрохимические методы анализа.

Предмет исследования: применение химических и электрохимических методов при решении экспертных задач.

6.1 Теоретические основы химических и электрохимических методов анализа, применяемых в экспертных исследованиях

6.1.1 Теоретические основы химических методов анализа, применяемых в экспертных исследованиях.

Химические методы анализа основаны на проведении химических реакций с определяемым веществом. В результате реакций образуются новые соединения, в том числе осадки, комплексные соединения или газообразные продукты.

Количественный эффект химической реакции может быть измерен путем определения массы продукта реакции (гравиметрический или весовой анализ), объема реагента, затраченного на реакцию (титриметрический или объемный анализ), измерением каких-либо изменений параметров анализируемой системы (некоторые виды газового анализа).

Особое внимание необходимо уделить гравиметрическому методу анализа. А также методу экстракции, которые чаще применяются при проведении экспертных исследований.

Методы гравиметрии (выделения, отгонки, осаждения) основаны на точном измерении массы исходных веществ и образующихся продуктов реакции с помощью взвешивания.

При выполнении курсовой работы особое внимание необходимо уделить гравиметрическому методу анализа и методу осаждения в частности.

В *методах осаждения* определяемый компонент переводят в труднорастворимое соединение, осадок отделяют от раствора фильтрованием,

тщательно промывают, высушивают, прокаливают и взвешивают на аналитических весах с требуемой точностью. По массе полученного соединения вычисляют содержание определяемого компонента в анализируемом образце. Соединение, в виде которого определяемый компонент осаждают, называется *осаждаемой формой* (ОФ). Соединение, в виде которого вещество взвешивают, — *весовой (гравиметрической) формой* (ВФ).

К основным этапам гравиметрического анализа в методе осаждения в общем случае относятся следующие:

- расчет массы навески анализируемой пробы и объема (или массы) осадителя;
- взвешивание (взятие) навески анализируемого образца;
- растворение навески анализируемого образца;
- осаждение, т. е. получение *осаждаемой формы* определяемого компонента;
- фильтрование (отделение осадка от маточного раствора);
- промывание осадка;
- высушивание и (при необходимости) прокаливание осадка до постоянной массы, т.е. получение *гравиметрической формы*,
- - взвешивание гравиметрической формы;
- расчет результатов анализа, их статистическая обработка и представление. Рассмотрим кратко каждую из этих операций.

Основные требования, предъявляемые к осадителю.

- 1)Осадитель должен быть специфичным, селективным по отношению к осаждаемому иону.
- 2)Осадитель должен быть по возможности летучим, т.е. должен легко удаляться при нагревании или прокаливании осаждаемой формы.
- Так, например, катионы бария осаждаются из водного раствора в форме сульфата бария при прибавлении раствора серной кислоты, растворов сульфатов натрия, калия и других растворимых сульфатов. Примеси сорбированной осадком серной кислоты удаляются при последующем нагревании и прокаливании осадка сульфата бария, тогда как сорбированные примеси сульфатов натрия или калия не удаляются. Поэтому для осаждения бария в виде сульфата бария следует применять раствор серной кислоты, а не растворы сульфатов металлов.

К важнейшим неорганическим осадителям относятся растворы HCl , H_2SO_4 , H_3PO_4 , NaOH , NH_3 , AgNO_3 , BaCl_2 , $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ и др.

Отделение осадка от маточного раствора фильтрованием проводят после его созревания (кристаллические осадки) или сразу после осаждения (аморфные осадки). Фильтрование проводят с использованием стеклянных или беззольных бумажных (чаще всего) фильтров.

Бумажные беззольные фильтры имеют разную плотность и размеры пор, что обозначается разным цветом надписей на упаковках фильтров или цветом ленты (полосы) на пачке с фильтрами. Наиболее плотные фильтры

снабжаются синей лентой, фильтры средней плотности – белой, наименее плотные – черной или красной. Наиболее плотные фильтры и фильтры средней плотности используют для фильтрования кристаллических осадков, наименее плотные – для фильтрования аморфных осадков. Обычный диаметр круглых беззольных фильтров фабричного производства составляет 6, 7, 9 и 11 см. Беззольные бумажные фильтры при сгорании и прокаливании образуют остаток – золу, масса которой меньше ошибки взвешивания на аналитических весах и поэтому обычно не учитывается при измерении массы гравиметрической формы.

Получение гравиметрической формы. Осадок (осаждаемая форма) после его перенесения на фильтр и промывания высушивают вместе с фильтром в сушильном шкафу при температуре около 100°C. Сухой фильтр с осадком помещают в предварительно прокаленный и взвешенный тигель (чаще всего фарфоровый) и озоляют в пламени газовой горелки, следя за тем, чтобы фильтр тлел, но не воспламенялся (во избежание потерь осадка при сгорании фильтра). По окончании обеззоливания тигель с осадком обычно прокаливают в муфельной печи до постоянной массы при температуре, зависящей от природы осадка.

Гравиметрическая форма должна отвечать ряду требований, важнейшими из которых являются следующие:

1) Состав гравиметрической формы должен точно соответствовать ее стехиометрии (например, CaSO_4 , BaSO_4 , BiPO_3 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO и т. д.).

2) Гравиметрическая форма должна быть стабильной на воздухе, не разлагаться, не подвергаться окислительно-восстановительным процессам и т. п.

3) Гравиметрический фактор (F) должен иметь по возможности минимальное значение, так как при этом понижается относительная ошибка гравиметрического определения.

6.1.2 Теоретические основы электрохимических методов анализа

Инструментом для электро-химических методов исследований (ЭХМ) служит электрохимическая ячейка, представляющая собой сосуд с раствором электролита, в который погружены как минимум два электрода. В зависимости от решаемой задачи различными могут быть форма и материал сосуда, число и природа электродов, раствора, условия анализа (прилагаемое напряжение (ток) и регистрируемый аналитический сигнал, температура, перемешивание, продувка инертным газом и т.п.). Определяемое вещество может входить как в состав электролита, заполняющего ячейку, так и в состав одного из электродов.

Если окислительно-восстановительная реакция протекает на электродах ячейки самопроизвольно, то есть без приложения напряжения от внешнего источника, а только за счет разности потенциалов (ЭДС) её электродов, то такую ячейку называют гальваническим элементом.

При необходимости ячейку можно подсоединить к внешнему источнику напряжения. В этом случае, приложив достаточное напряжение, можно изменить направление окислительно-восстановительной реакции и тока на противоположное тому, что имеет место в гальваническом элементе. Окислительно-восстановительную реакцию, протекающую на электродах под действием внешнего источника напряжения, называют электролизом, а электрохимическую ячейку, являющуюся потребителем энергии, необходимой для протекания в ней химической реакции, называют электролитической ячейкой.

ЭХМ подразделяют на:

- кондуктометрию - измерение электропроводности исследуемого раствора;
- потенциометрию - измерение бестокового равновесного потенциала индикаторного электрода, для которого исследуемое вещество является потенциоопределяющим;
- кулонометрию - измерение количества электричества, необходимого для полного превращения (окисления или восстановления) исследуемого вещества;
- вольтамперометрию - измерение стационарных или нестационарных поляризационных характеристик электродов в реакциях с участием исследуемого вещества;
- электрогравиметрию - измерение массы вещества, выделенного из раствора при электролизе.

ЭХМ можно подразделить по признаку применения электролиза. На принципах электролиза базируются кулонометрия, вольтамперометрия и электрогравиметрия; электролиз не используют в кондуктометрии и потенциометрии.

ЭХМ имеют самостоятельное значение для прямого проведения химического анализа, но могут применяться как вспомогательные в других методах анализа. Например, использоваться в титриметрии для регистрации конца титрования не с помощью химического цветопеременного индикатора, а по изменению потенциала, электрической проводимости тока и т.д.

ЭХМ основаны на процессах, протекающих на электродах или межэлектродном пространстве. Оборудование, предназначенное для проведения электрохимических анализов, отличается относительной дешевизной, доступностью и простотой в использовании. Поэтому эти методы имеют широкое применение не только в специализированных лабораториях, но и на многих производствах.

Потенциометрия - электрохимический метод исследования и анализа веществ, основанный на зависимости равновесного электродного потенциала от активности концентраций определяемого иона, описываемая уравнением Нернста (1).

Зависимость электродных потенциалов от характера электродных процессов и активностей участвующих в них веществ позволяет использовать

измерение ЭДС (потенциометрический метод) для нахождения коэффициентов активности электролитов, стандартных электродных потенциалов, констант равновесия, произведений растворимости, рН растворов и т. д. Преимуществами потенциометрического метода являются точность, объективность и быстрота.

Потенциометрический метод определения рН позволяет находить рН мутных и окрашенных сред. При использовании водородного электрода в качестве индикаторного можно определять рН растворов в широком интервале (от рН 1 до рН 14). Недостатком является необходимость длительного насыщения электрода водородом для достижения равновесия. Его нельзя применять в присутствии поверхностно-активных веществ и некоторых солей.

6.2. Расчётная часть

При выполнении курсовой работы необходимо выполнить следующие расчёты:

- расчёт концентрации вещества при известной навеске или расчёт массы навески для приготовления заданной концентрации вещества;
- расчёт гравиметрического фактора;
- расчёт гравиметрической формы;
- расчёт потенциала электрода при заданной концентрации раствора;
- расчёт концентрации ионов водорода по измеренной величине рН.

Все расчёты проводятся по предложенным преподавателем задачам и заданиям в соответствии с вариантом, который соответствует номеру списка группы в журнале.

6.3. Требования к выполнению курсовой работы. Шкала оценивания.

Шкала оценивания результатов и критерии выставления оценок по курсовым работам.

«Отлично» ставится, если обучающийся:

- рассматриваемые вопросы раскрыл полностью, обстоятельно и подробно;
- расчеты выполнил верно, с подробными пояснениями;
- пояснительную записку оформил в соответствии с требованиями;
- исчерпывающе и грамотно изложил материал проекта и ответил на все вопросы, не затрудняется с ответом при видоизменении вопросов;
- все расчёты выполнены верно.

«Хорошо» ставится, если обучающийся:

- рассматриваемые вопросы раскрыл полностью, но без подробных пояснений;
- расчеты выполнил верно, но допустил некоторые недочеты и неточности;

- допустил отдельные незначительные недочеты в оформлении пояснительной записки;
 - чертежи выполнил с незначительными ошибками;
 - грамотно и по существу изложил материал работы, ответил на подавляющее большинство вопросов, не допустил существенные неточности при ответах;
 - расчёты выполнены с небольшими ошибками.
- «Удовлетворительно» ставится, если обучающийся:
- раскрыл только основную суть вопросов;
 - основные расчеты выполнил верно, но допустил ошибки, недочеты, нерационально выбрал расчетные коэффициенты и параметры;
 - пояснительную записку в основном оформил верно, но допустил отклонения от требований;
 - изложил только основной материал работы, ответил на меньшую часть вопросов, допустил ошибки при ответах;
 - расчёты выполнены с ошибками.
- «Неудовлетворительно» ставится, если обучающийся:
- не раскрыл тему работы;
 - большую часть расчетов выполнил не верно;
 - оформил пояснительную записку не в соответствии с требованиями;
 - не ориентируется в материале работы, не ответил на большую часть вопросов;
 - расчёты выполнены с грубыми ошибками или не выполнены вообще.

7. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

7.1. Основная литература

1. Долгушина, Л. В. Естественнаучные методы судебно-экспертных исследований : учебное пособие [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Железногорск : СПСА, Лань. 2021. – 85 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/170688>
2. Моисеева Т.Ф. Естественнаучные методы судебно-экспертных исследований : Курс лекций – М.: Российский государственный университет правосудия, Лань 2015 – 196 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/123154>.
3. Диагностика и идентификация горючих жидкостей при исследовании объектов пожарно-технической экспертизы : учебное пособие : [гриф МЧС] / М. Ю. Принцева [и др.] ; ред. Э. Н. Чижиков ; МЧС России. - СПб. : СПбУ ГПС МЧС России, 2017. - 148 с.
4. Беззапонная О.В. Термические методы анализа : учебное пособие. Специальность: 40.05.03 Судебная экспертиза [гриф МЧС] – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2021. – 87 с.

7.2. Дополнительная литература

1. Естественнонаучные методы судебно-экспертных исследований. Практикум. Специальность 40.05.03 Судебная экспертиза (уровень - специалитет). 2023 г – 117 с.
2. Беззапонная О.В. Экспертиза в области пожарной и промышленной безопасности – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России. 2022 – 91 с.
3. Молекулярная и атомная спектроскопия при исследовании объектов судебной пожарно-технической экспертизы : учебное пособие : [гриф МЧС] / М. Ю. Принцева [и др.] ; ред. Э. Н. Чижиков ; МЧС России. - СПб. : СПбУ ГПС МЧС России, 2018. - 160 с.
4. Рентгеновские методы анализа в судебной пожарно-технической экспертизе : учебное пособие : [гриф МЧС] / А. Ю. Парийская [и др.] ; ред. Э. Н. Чижиков ; МЧС России. - СПб. : СПбУ ГПС МЧС России, 2017. - 84 с.
5. Чешко И.Д. Технические основы расследования пожаров. М.: 2002. - 330 с.
6. Федеральный закон «О государственной судебно-экспертной деятельности» от 31 мая 2001 г. № 73-ФЗ (с изменениями и дополнениями). [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.garant.ru/>