

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Горбунов Алексей Александрович

Должность: Заместитель начальника университета по учебной работе

Дата подписания: 14.07.2025 14:46:07

Уникальный программный ключ:

286e49ee1471d400cc1f45539d51ed7bbf0e9cc7

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЕ МЕТОДЫ СУДЕБНО-ЭКСПЕРТНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Специалитет по специальности
40.05.03 Судебная экспертиза
специализация «Инженерно-технические экспертизы»

Санкт-Петербург

1. Цели и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины:

формирование знаний и практических навыков применения естественнонаучных методов, используемых при проведении экспертных исследований, освоение основ обработки и интерпретации экспериментальных данных, правильного представления получаемых результатов.

Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины

Компетенции	Содержание
ОПК-6	Способен использовать технико-криминалистические методы и средства, тактические приемы производства следственных действий в соответствии с методиками раскрытия и расследования отдельных видов и групп преступлений, выполнять функции специалиста при проведении процессуальных и непроцессуальных действий
ПК-8	Способен применять методики судебной пожарно-технической экспертизы
ПК-9	Способен применять естественнонаучные и математические методы при проведении пожарно-технических экспертиз, использовать средства измерения в профессиональной деятельности

Задачи дисциплины:

- Формирование знаний об основах современных естественнонаучных методов анализа (химических и физико-химических), применяемых в экспертных исследованиях;
- Формирование умений проведения экспертного исследования на современном аналитическом оборудовании, обработки результатов исследования и оценки их качества;
- Формирование навыков работы на современном аналитическом оборудовании, применяемом в методиках пожарно-технической экспертизы.

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

Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-6.1 Знание технических средств и приемов фиксации доказательств, принципов действия технических средств видеозаписи, порядка и тактики использования видеозаписи в экспертной деятельности; закономерностей следообразования; методов судебной фотографии и видеозаписи, особенностей предварительного исследования различных видов материальных следов и объектов в ходе осмотров мест происшествий; форм привлечения специальных знаний в уголовном, гражданском и административном судопроизводстве	Знание особенностей методов, применяемых при исследовании различных видов материальных следов и объектов
ОПК-6.2 Умение использовать технико-криминалистические методы и средства, тактические приемы производства следственных действий в соответствии с методиками раскрытия и расследования отдельных видов и групп преступлений, выполнять функции специалиста при проведении процессуальных и непроцессуальных действий	Умение использовать технико-криминалистические методы и средства, применяемые при исследовании различных видов материальных следов и объектов
ОПК-6.3 Владение навыком осуществлять деятельность по собиранию, исследованию, оценке и использованию доказательств, регламентированную процессуальным законодательством	Владение навыком осуществлять деятельность по исследованию различных видов материальных следов и объектов с помощью современных аналитических методов

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы специалитета по специальности **40.05.03 Судебная экспертиза, специализация Инженерно-технические экспертизы.**

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц 252 часа.

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	
			6	7
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	8	288	144	144
Контактная работа, в том числе:		158	72	86
Лекции		48	24	24
Практические занятия		30	12	18
Лабораторные занятия		78	36	42
Консультации перед экзаменом		2		2
Самостоятельная работа (СРС)		94	72	22
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

№ п/п	Наименование тем	Всего часов	Количество часов по видам занятий			Консультация	Контроль	Самостоятельная работа
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия			
	6 семестр							
1.	Классификация и общая характеристика физико-химических методов и технических средств экспертных исследований.	18	4		2			12

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.	Метрологические основы аналитической химии. Обработка результатов измерений.	22	4		4			14
3.	Химический анализ.	18	4	6	2			6
4.	Пробоподготовка в экспертных исследованиях	14	2	6				6
5.	Теоретические основы спектральных методов анализа	8	2					6
6.	Молекулярный спектральный анализ. ИК-спектроскопия.	14	2	6				6
7.	Атомный спектральный анализ	14	2	6				6
8.	Люминесцентный анализ.	14	2	6				6
9.	Рентгеновские и электронные методы анализа.	22	2	6	4			10
Зачет							+	
Итого за 7 семестр		144	24	36	12			72
7 семестр								
10.	Основы хроматографического анализа.		2		2			2
11.	Газовая хроматография.		2	6	2			2
12.	Жидкостная хроматография.		2	6	2			2
13.	Тонкослойная и бумажная хроматография		2	6				2
14.	Капиллярный электрофорез.		2	6				2
15.	CHNS-O анализ				4			
16.	Термические методы анализа		2	6				2
17.	Электрохимические методы анализа.		2					2
18.	Масс-спектрометрия		2					
19.	Комплексные методы исследования.		2		2			2
20.	Методы микроскопии в экспертных исследованиях		2	6	2			2
21.	Акустические методы		2	6				2
22.	Математические методы и компьютеры в химическом анализе		2		4			2
Консультация		2				2		
Экзамен		36					36	
Итого за 8 семестр		144	24	42	18	2	36	22
Итого по дисциплине		288	48	78	30	2	36	94

4.3 Содержание дисциплины для обучающихся:

очной формы обучения

ТЕМА 1 Классификация и общая характеристика физико-химических методов и технических средств экспертных исследований.

Лекция. Правовая регламентация, научная обоснованность и общие принципы допустимости использования методов и средств судебной экспертизы. Классификация методов и методик судебно-экспертных

исследований. Качественные и количественные свойства материальных объектов, и их выражение через величины.

Лекция. Характеристика методов наблюдения, описания, измерения, вычисления, сравнения, эксперимента, моделирования. Разрушающие и неразрушающие методы. Паспортизация и каталогизация экспертных методик. Классификация величин. Оцениваемые и измеряемые величины.

Аналоговые и цифровые измерения физических величин. Измерительные шкалы. Классификация и принципы выбора технических средств, применяемых в судебной экспертизе.

Практическое занятие. Правила округления результатов измерений. Значащие цифры. Кратные и дольные преобразования. Цена наименьшего деления.

Самостоятельная работа. Правила округления результатов измерений. Системы физических величин. Система СИ. Измерения физических величин. Воспроизведение единиц физических величин и передача их размеров посредством шкал. Правила округления результатов измерений. Класс точности измерительных приборов. Эталоны единиц.

Рекомендуемая литература:

Основная [1],

Дополнительная [1-5].

Тема 2. Метрологические основы аналитической химии. Обработка результатов измерений.

Лекция. Классификация погрешностей. Случайная погрешность. Среднее значение и стандартное отклонение. Виды распределений. Нормальное распределение и t-распределение. Методы обнаружения промахов.

Лекция. Результат анализа и оценка его случайной погрешности. Способы оценки систематической погрешности. Расчет суммарной систематической и общей погрешностей анализа. Оценка качества результатов количественных определений. Точность, правильность, воспроизводимость, чувствительность, пределы измерений, селективность, специфичность.

Практическое занятие. Расчет средних значений и погрешностей измерения. Методы обнаружения промахов.

Самостоятельная работа. Нормативные документы, определяющие правила расчета показателей точности результата количественного определения, нормативные документы, регламентирующие процедуры контроля качества результатов количественного химического анализа.

Рекомендуемая литература:

Основная [1],

Дополнительная [1,2].

Тема 3. Химический анализ

Лекция. Понятие химического анализа. Понятие качественного химического анализа. Аналитические реакции. Предел обнаружения. Выполнение аналитических реакций «сухим» и «мокрым» методами. Дробный и систематический анализ.

Лекция. Понятие количественного химического анализа. Образование растворов. Растворы газа в газе, жидкости и твердом. Растворы жидкости и твердого вещества в жидкости. Твердые растворы. Концентрация, разные способы ее выражения. Молярная, нормальная и моляльная концентрация. Массовые доли вещества. Основные виды количественного химического анализа. Гравиметрический и титриметрический анализ. Примеры расчета массовой доли и процентной концентрации компонентов в смеси.

Практическое занятие. Примеры расчета массовой доли и процентной концентрации компонентов в смеси. Примеры расчета молярной концентрации вещества в растворе. Примеры расчета нормальной и моляльной концентрации вещества в растворе. Пересчет концентрации из одной размерности в другую.

Лабораторная работа «Гравиметрический анализа». Определение методом отгонки содержания в образцах летучих компонентов. Обработка результатов гравиметрического анализа.

Самостоятельная работа. Классификация катионов по группам. Примеры аналитических реакций на катионы различных групп. Классификация анионов по группам.

Рекомендуемая литература:

Основная [1],

Дополнительная [2].

Тема 4. Пробоподготовка в экспертных исследованиях

Лекция. Основные операции общей схемы аналитического определения. Взятие пробы. Подготовка к анализу. Экстракция и способы ее технической реализации. Установки, применяемые при отгонке растворителя при концентрировании и смене растворителя. Таблетирование образцов для спектральных исследований и металлографии. Подготовка поверхности проб для анализа.

Лабораторная работа «Экстракция». Приготовление экстрактов твердых образцов и жидкостей. Расчет коэффициента экстракции

Самостоятельная работа: Определение гранулометрического состава сыпучих материалов.

Рекомендуемая литература:

Основная [1],

Дополнительная [2].

Тема 5. Теоретические основы спектральных методов анализа.

Лекция. Основные характеристики электромагнитного излучения. Волновая природа света. Корпускулярная природа электромагнитного излучения. Электромагнитный спектр и спектральные методы. Упругое и

неупругое рассеяние. Электромагнитный спектр и спектральные методы. Сплошные, полосатые и линейчатые спектры. Области электромагнитного спектра. Взаимосвязь спектроскопических методов и областей электромагнитного спектра. Принципиальная схема спектрального прибора.

Самостоятельная работа: Диспергирующие устройства современных спектрометров. Монохроматоры. Интерферометры. Лазеры.

Рекомендуемая литература:

Основная [1],

Дополнительная [2].

Тема 6. Молекулярный спектральный анализ. ИК-спектроскопия.

Лекция. Общая характеристика метода. Молекулярный спектральный анализ. Поглощающие свойства молекул. Колебательно-вращательные спектры. Инфракрасное излучение. Основы ИК-спектроскопии. Идентификация соединений по ИК-спектрам. Область «отпечатков пальцев» в ИК-спектроскопии. Типичные диапазоны поглощения в ИК-области для различных молекулярных группировок. Идентификация отдельных веществ и сложных композиционных материалов по ИК-спектрам. Принципиальная схема ИК-спектрометров. ИК-спектрометры с фурье-преобразованием. ИК-спектроскопия отражения.

Лабораторное занятие «Анализ жидкостей методом ИК-спектроскопии»: Техника безопасности при работе на ИК-спектрометре. Анализ жидкостей методом ИК-спектроскопии. Качественный анализ полученных ИК-спектров.

Самостоятельная работа: Теоретические основы абсорбционной спектроскопии. Спектры поглощения. Основной закон светопоглощения (закон Бугера-Ламберта-Бера). Ограничения и условия применимости закона Бугера-Ламберта-Бера. Спектры поглощения.

Рекомендуемая литература:

Основная [1],

Дополнительная [1,2,3,5].

Тема 7. Атомный спектральный анализ

Лекция. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. Спектральные приборы для атомно-абсорбционного анализа. Качественный анализ и количественный анализ в атомно-абсорбционной спектроскопии. Обработка атомных спектров. Общая характеристика метода. Применение метода в экспертных исследованиях.

Лабораторная работа «Определение марки сплава»: Определение вида сплава по результатам атомно-абсорбционного анализа.

Самостоятельная работа: Качественный анализ в абсорбционной спектроскопии. Количественный анализ в абсорбционной спектроскопии.

Рекомендуемая литература:

Основная [1],

Дополнительная [2].

Тема 8. Люминесцентный анализ

Лекция. Теоретические основы люминесцентного анализа. Схема энергетических уровней молекулы. Спектр люминесценции. Сущность люминесцентных методов анализа. Классификация, назначение и применение люминесцентных методов. Факторы, влияющие на чувствительность, точность и избирательность определения. Тушение люминесценции. Качественный и количественный люминесцентный анализ. Устройство спектрометров люминесцентного анализа.

Лабораторное занятие «Исследование экстрактов методом флуоресцентной спектроскопии»: Особенности пробоподготовки образцов для анализа методом флуоресцентной спектроскопии. Исследование экстрактов методом флуоресцентной спектроскопии. Анализ полученных спектров флуоресценции. Проведение качественного и количественного анализа методом флуоресцентной спектроскопии.

Самостоятельная работа: Люминесцентный анализ и его использование в экспертизе пожаров.

Рекомендуемая литература:

Основная [1],

Дополнительная [1,2,3,5].

Тема 9. Рентгеновские и электронные методы анализа.

Лекция. Виды и механизмы взаимодействия электронов с веществом. Распределение электронов в атомной оболочке. Электронные переходы. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Закон Мозли. Когерентное и некогерентное рассеяние. Рентгеновская флуоресценция. Схема прибора для рентгенофлуоресцентного анализа. Спектрометры переменного спектрометры последовательного действия и квантометры. Кристаллы-анализаторы. Портативные приборы рентгенофлуоресцентного анализа. Устройство и принцип работы дифрактометра. Дифрактометр для анализа порошков геометрией Брэгга-Брентано.

Лабораторное занятие «Исследование твердых образцов методом рентгенофлуоресцентной спектроскопии»: Особенности пробоподготовки образцов для анализа методом рентгенофлуоресцентной спектроскопии. Исследование твердых образцов методом рентгенофлуоресцентной спектроскопии. Анализ и обработка полученных спектров рентгенофлуоресцентного анализа

Самостоятельная работа: Рентгеновские методы анализа в судебной пожарно-технической экспертизе.

Рекомендуемая литература:

Основная [1],

Дополнительная [1,2,3,4].

Тема 10. Основы хроматографического анализа.

Основные вопросы темы Лекция. История развития хроматографии. Хроматография, как метод разделения. Хроматографический процесс. Классификация хроматографических методов. Классификация по типу агрегатного состояния подвижной фазы. Классификация по типу процесса разделения. Хроматографический пик и элюционные характеристики. Влияние различных факторов на хромато-графическое разделение.

Классическая теория хроматографии. Число теоретических тарелок. Кинетическая теория хроматографии. Основные величины, влияющие на эффективность колонки. Уравнением Ван-Деметра. Фактор разрешения RS как мера степени разделения хроматографических пиков.

Практическое занятие: Расчет основных хроматографических параметров.

Самостоятельная работа: Области применения хроматографических методов в судебной пожарно-технической экспертизе.

Рекомендуемая литература:

Основная [1],

Дополнительная [1,2, 5].

Тема 11. Газовая хроматография

Лекция. Основы газовой хроматографии. Классификация методов газовой хроматографии. Колонки для газовой хроматографии. Газохроматографические детекторы.

Лабораторное занятие «Анализ газовых проб»: Анализ газовых проб. Обработка хроматограмм.

Практическое занятие: Идентификация хроматографических пиков с помощью расчета индексов Ковача.

Самостоятельная работа: Современные газовые хроматографы, газы-носители, применяемые в газовой и газожидкостной хроматографии, твердые носители и адсорбенты, применяемые в газовой хроматографии. CHNS-O анализ.

Рекомендуемая литература:

Основная [1],

Дополнительная [1,2,5].

Тема 12. Жидкостная хроматография

Лекция. История развития жидкостной хроматографии. Теоретические основы жидкостной хроматографии. Классификация методов жидкостной хроматографии. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Качественный и количественный анализ в жидкостной хроматографии. Области применения жидкостной хроматографии. Параметры, характеризующие элюирующую способность растворителей применяемых в жидкостной хроматографии. Элюотропные ряды. Методы выбора подвижной фазы в ВЭЖХ.

Лабораторное занятие «Проведение процедуры проверки жидкостного хроматографа»: Правила работы на жидкостном хроматографе.

Количественный анализ методом жидкостной хроматографии. Программы обработки результатов анализа, полученные методом жидкостной хроматографии.

Практическое занятие: Расчет состава элюента

Самостоятельная работа: Области применения жидкостной хроматографии в судебной пожарно-технической экспертизе.

Рекомендуемая литература:

Основная [1],

Дополнительная [1,2,5].

Тема 13. Тонкослойная и бумажная хроматография

Основные вопросы темы: История развития тонкослойной хроматографии. Теоретические основы тонкослойной хроматографии. Классификация методов тонкослойной хроматографии. Высокоэффективная тонкослойная хроматография (ВЭТСХ). Качественный и количественный анализ в тонкослойной хроматографии. Области применения тонкослойной хроматографии.

Лабораторное занятие «Исследование нефтепродуктов методом тонкослойной хроматографии»: Анализ нефтепродуктов методом тонкослойной хроматографии.

Самостоятельная работа: Возможности тонкослойной и бумажной хроматографии в экспертных исследованиях.

Рекомендуемая литература:

Основная [1],

Дополнительная [2].

Тема 14. Капиллярный электрофорез

Лекция. История развития капиллярного электрофореза (КЭФ). Основы метода КЭФ. Двойной электрический слой. Техническая реализация метода КЭФ. Расшифровка электрофореграмм. Применение КЭФ. Сравнение метода КЭФ с хроматографическими методами анализа. Применение метода капиллярного электрофореза.

Лабораторное занятие «Исследование растворов методом капиллярного электрофореза»: Эффективность разделения в капиллярном электрофорезе. Исследование смесей катионов и анионов методом капиллярного электрофореза.

Самостоятельная работа: Применение капиллярного электрофореза в экспертизе.

Рекомендуемая литература:

Основная [1],

Дополнительная [2].

Тема 15. CHNS-O анализ

Основы CHNS-O элементного анализа. Определение массовой доли углерода, водорода, азота, серы и кислорода в синтетических органических соединениях. Устройство приборов CHNS-O элементного анализа. Метрологические характеристики метода. Работа на приборе CHNS-O анализа. Применение CHNS-O элементного анализа в экспертизе.

Практическое занятие: Идентификация вещества по результатам CHNS-O анализа.

Самостоятельная работа: Использование CHNS-O элементного анализа в научных исследованиях, современные приборы CHNS-O элементного анализа.

Рекомендуемая литература:

Основная [-],

Дополнительная [1,5].

Тема 16. Термические методы анализа

Лекция. Классификация термических методов анализа. Теоретические основы термического анализа. Области применения термического анализа. Термогравиметрия. Дифференциальный термический анализ и сканирующая калориметрия.

Лабораторное занятие «Исследование твердых образцов методом синхронного термического анализа»: Анализ термограмм. Исследование твердых образцов методом синхронного термического анализа

Самостоятельная работа: Использование термического анализа в научных исследованиях, современные приборы термического анализа, термомеханический анализа, термооптометрия, диэлектрический термический анализ и другие методы термического анализа.

Рекомендуемая литература:

Основная [1],

Дополнительная [2,6].

Тема 17. Электрохимические методы анализа

Лекция. Теоретические основы электрохимических методов. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Классификация электрохимических методов анализа. Чувствительность электрохимических методов, интервал определяемых содержаний. Потенциометрическое определение катионов и анионов в растворах, рН-метрия. Обработка результатов анализа электрохимическими методами.

Самостоятельная работа: Вольтамперометрические методы, амперометрическое титрование, кулонометрическое титрование.

Рекомендуемая литература:

Основная [1],

Дополнительная [2].

Тема 19. Комплексные методы исследования

Лекция. Комплексные методы анализа. Использование комплексных методов в научных исследованиях. Основы выбора методов анализа. Техническая реализация комплексных методов анализа. Выбор методов исследования при решении конкретных аналитических задач. Исследование образцов с применением комплексных методов и методик.

Практическое занятие: Выбор методов исследования при решении конкретных аналитических задач.

Самостоятельная работа: Современные направления развития физико-химических методов анализа, понятие оптимизации эксперимента и расчетные методы определения информативности выбранных методик исследования.

Рекомендуемая литература:

Основная [1],

Дополнительная [2].

Тема 20. Методы микроскопии в экспертных исследованиях

Лекция. Основы микроскопических исследований. Оптический микроскоп проходящего света. Оптический микроскоп отраженного света. Электронная микроскопия. Зондовая сканирующая микроскопия

Практическое занятие: Расчет характеристик оптических микроскопов

Лабораторное занятие «Исследование образцов методами оптической микроскопии»: Исследование образцов методами оптической микроскопии. Работа в программа Altami Studio и Expert Pro

Самостоятельная работа: Типы оптических микроскопов и техника работы на них. Типы электронных микроскопов.

Рекомендуемая литература:

Основная [1],

Дополнительная [1].

Тема 21. Акустические методы

Лекция. Акустические волны. Закономерности распространения акустических волн. Закономерности распространения акустических волн. Прием и излучение ультразвуковых волн. Пьезоэлектрический эффект. Методы ультразвукового контроля

Лабораторное занятие «Исследование каменных материалов методом ультразвуковой дефектоскопии»: Сравнение результатов исследования различных каменных материалов методом ультразвуковой дефектоскопии.

Самостоятельная работа: Современные приборы ультразвукового контроля.

Рекомендуемая литература:

Основная [1],

Дополнительная [7].

Тема 22. Математические методы и компьютеры в химическом анализе

Лекция. Компьютеры и области их применения в химическом анализе. Базы аналитических данных. Компьютерное моделирование.

Сбор и предварительная обработка данных с использованием компьютеров. Численные методы обработки аналитического сигнала. Метод нейронных сетей в решении задач аналитической химии

Практическое занятие: Сбор и предварительная обработка аналитической информации.

Самостоятельная работа: Расчетные методы определения информативности выбранных методик исследования.

Рекомендуемая литература:

Основная [1],

Дополнительная [1].

5. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

При реализации программы дисциплины используются лекционные и практические занятия, лабораторные работы.

Общими целями занятий являются:

- обобщение, систематизация, углубление, закрепление теоретических знаний по конкретным темам дисциплины;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализация единства интеллектуальной и практической деятельности;
- выработка при решении поставленных задач профессионально значимых качеств: самостоятельности, ответственности, точности, творческой инициативы.

Лекция

Лекция составляет основу теоретического обучения и должна давать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрывать состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники, концентрировать внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулировать их активную познавательную деятельность и способствовать формированию творческого мышления.

Практические занятия

Цель практического занятия: углубить и закрепить знания, полученные на лекции, формирование навыков использования знаний для решения практических задач; выполнение тестовых заданий по проверке полученных знаний и умений. Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Лабораторные занятия

Целью лабораторного занятия является усвоение теоретических основ дисциплины и получение практических навыков исследования путем

постановки, проведения, обработки и представления результатов эксперимента на основе практического использования различных методов (наблюдения, измерения, сравнения и др.), приобретения навыков опыта творческой деятельности.

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 и промежуточной аттестации.

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, лабораторных работ, решения задач и тестирования.

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

6.1. Примерные оценочные материалы:

6.1.1. Текущего контроля

Типовые вопросы для опроса:

1. Каково применение аналитической химии в судебной экспертизе.
2. Какие открытия в области естественных наук явились этапными в развитии аналитической химии?
3. Какие существуют определения аналитической химии?
4. С какими науками связана аналитическая химия?
5. Что такое «характеристические свойства»?
6. Что такое аналитический сигнал?
7. Что такое градуировочная функция?
8. Что такое методы определения и разделения?
9. Как классифицируются методы определения?
10. На какие группы делятся методы разделения?
11. Какие существуют методы разделения гетерогенных систем?
12. Какие существуют методы разделения гомогенных систем?
13. Что такое качественный анализ?
14. Что такое количественный анализ?
15. Какие основные стадии количественного анализа вы знаете?

Типовые задачи:

Задача 1

При определении содержания нефтепродуктов в сточных водах методом ИК-спектроскопии были получены следующие результаты, мг/л

0,250	0,230	0,250	0,230	0,240	0,210
0,230	0,250	0,240	0,250	0,260	

Представить результат анализа в общепринятом виде после анализа данной выборки на наличие промахов.

Задача 2

Провести оценку показателя повторяемости результатов анализа и показателя внутрилабораторной прецизионности для методики М 01-39-2006 «Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых и сточных вод на инфракрасном Фурье-спектрометре «Инфралюм ФТ-02»».

Оценку показателей повторяемости и внутрилабораторной прецизионности результатов анализа провести с использованием результатов исследования стандартных образцов (СО) концентрацией 5,00 мг/г.

Номер проб	Концентрация нефтепродуктов, мг/г		
	1	2	3
1	4,15	4,89	4,30
2	4,93	4,96	4,71
3	4,64	4,31	4,26
4	4,97	4,83	4,67
5	4,20	4,35	4,07
6	4,32	4,51	4,20
7	4,76	4,21	4,27
8	4,84	4,86	4,62
9	4,17	4,41	4,09
10	4,59	4,65	4,40

Задача 3

Рассчитайте необходимое количество нитрата калия для приготовления 200 мл 3,5М водного раствора

Задача 4

Для калибровки рентгенофлуоресцентного спектрометра необходимо подобрать соли с различным содержанием серы. Предложите три различные соли, % содержание серы в которых отличалось не менее, чем на 5%

Задача 5

Сколько серной кислоты нужно взять, чтобы приготовить 500 мл 10% раствора. Плотность серной кислоты 1,83 г/см³

Задача 6

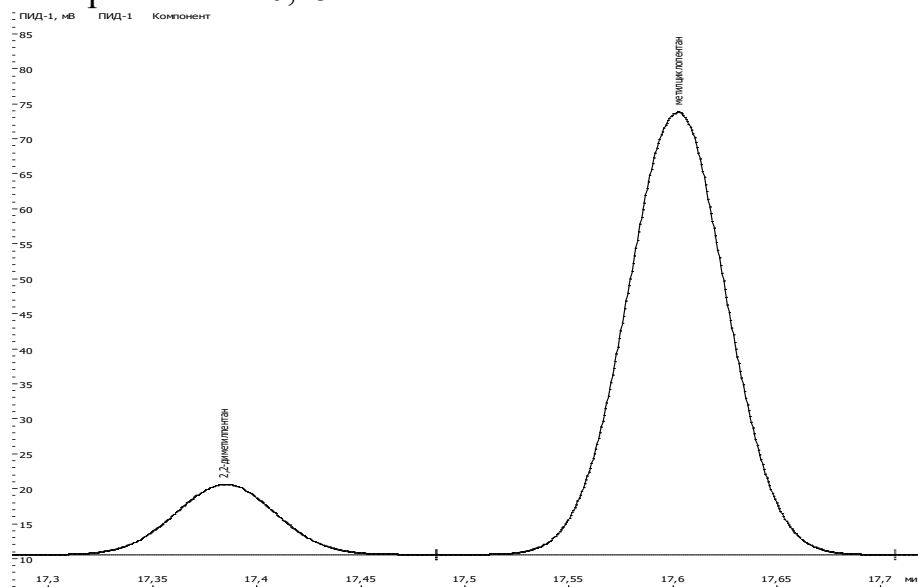
На основе результатов хроматографического анализа рассчитать коэффициент селективности, высоту эквивалента и число теоретических тарелок, а также фактор разрешения. Сделать выводы по эффективности разделения.

Объем пробы 1мкл

Разбавление 300

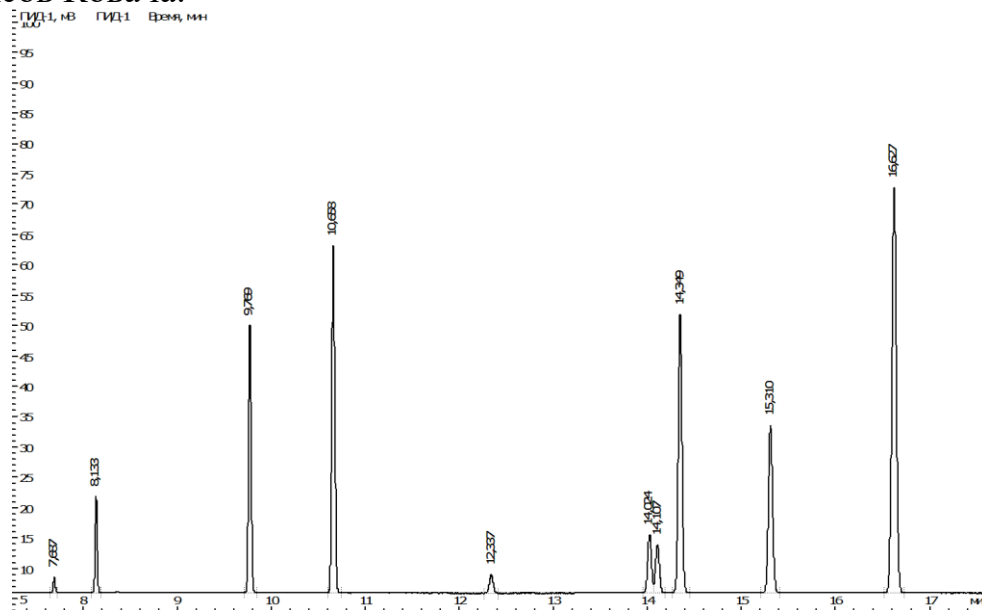
Длина колонки 25 м

Диаметр колонки: 0,25 мм



Задача 7

Идентифицируйте пики а хроматограмме с помощью расчета индексов Ковача.



Задача 8

Определение фенола и замещенных фенолов в образцах питьевой воды проводят методом обращено-фазовой хроматографии на колонке с C18 с

использованием сложного элюэнта метанол /ацетонитрил / ТГФ / вода в соотношении 28 : 4 : 3,5 : 63 → 28 : 4 : 0 : 63.

Предложите другой состав элюэнта с учетом его значения параметра силы растворителя, заменив любые два компонента на аналогичные соединения.

Задача 9

Провести обработку результатов 10 параллельных исследований методом CHNS-O анализа. Из ряда предлагаемых полимеров выбрать подходящий по элементному составу.

Таблица 1. Результаты CHNS-O анализа неизвестного полимера

№ п/п	Содержание элементов в образце, %			
	С	Н	N	О
1	72,37	11,51	9,59	10,86
2	74,39	10,72	10,47	11,97
3	72,74	13,28	12,89	13,60
4	65,78	11,46	9,79	11,08
5	72,10	10,66	9,33	11,15
6	78,49	10,53	10,02	11,12
7	60,59	9,17	8,65	10,25
8	62,63	10,17	10,64	9,93
9	74,28	11,61	9,61	10,60
10	76,60	10,81	9,19	9,88

Таблица 2. Предлагаемые варианты полимеров

№ п/п	Полимер	Структурная формула полимера
1	Полиамид-6 (капрон)	$[-\text{HN}(\text{CH}_2)_5\text{CO}-]_n$
2	Поламид-12	$[-\text{HN}-(\text{CH}_2)_{11}-\text{CO}-]_n$
3	Полиамид-66	$[-\text{NH}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}-\text{CO}-(\text{CH}_2)_4-\text{CO}-]_n$
4	полиамид-610	$[-\text{NH}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}-\text{CO}-(\text{CH}_2)_8-\text{CO}-]_n$

Задача 10

Определить разрешающую способность оптического микроскопа, работающего в видимом диапазоне электромагнитного излучения с иммерсионной жидкостью ($n = 1,4$). Апертурный угол микроскопа – 60 градусов.

Фокусное расстояние объектива этого микроскопа - 10 мм, фокусное расстояние окуляра - 12,5 мм. Определить общее увеличение данного оптического микроскопа. Определить увеличение этого же микроскопа с оптическим тубусом 220 мм.

Имеет ли смысл использовать в данном микроскопе окуляр с увеличением выше 30х?

Перечень лабораторных работ:

Лабораторная работа №1 «Гравиметрический анализа»

Лабораторная работа №2 «Экстракция».

Лабораторная работа №3 «Анализ жидкостей методом ИК-спектроскопии»

Лабораторная работа №4 «Исследование экстрактов методом флуоресцентной спектроскопии»

Лабораторная работа №5 «Исследование твердых образцов методом рентгенофлуоресцентной спектроскопии»

Лабораторная работа №6 «Анализ газовых проб»

Лабораторная работа №7 «Проведение процедуры поверки жидкостного хроматографа»

Лабораторная работа №8 «Исследование растворов методом капиллярного электрофореза»

Лабораторная работа №9 «Исследование твердых образцов методом синхронного термического анализа»

Лабораторная работа №10 «Исследование образцов методами оптической микроскопии»

Типовые задания для тестирования:

1. К методам молекулярного анализа относятся
 - 1 ИК-спектроскопия
 - 2 Люминесцентный анализ
 - 3 Рентгенофлуоресцентный анализ
 - 4 Атомно-эмиссионный анализ
2. К методам элементного анализа относятся
 - 1 ИК-спектроскопия
 - 2 Люминесцентный анализ
 - 3 Рентгенофлуоресцентный анализ
 - 3 Атомно-эмиссионный анализ
3. Исследовать пробу без этапа пробоподготовки можно методом
 - 1 ИК-спектроскопии
 - 2 Люминесцентного анализа
 - 3 Рентгенофлуоресцентного анализа
 - 4 Атомно-эмиссионного анализа
 - 5 Капиллярного электрофореза
 - 6 Жидкостной хроматографии
4. В виде портативного спектрального прибора, позволяющего проводить исследование непосредственно на месте происхождения, может быть реализован метод
 - 1 ИК-спектроскопия
 - 2 Люминесцентный анализ
 - 3 Рентгенофлуоресцентный анализ
 - 4 Атомно-эмиссионный анализ
5. В судебно-экспертных исследованиях для анализа нефтепродуктов применяются методы:
 - 1 ИК-спектроскопия

- | | |
|---|---------------------------------|
| 2 | Люминесцентный анализ |
| 3 | Рентгенофлуоресцентный анализ |
| 4 | Атомно-эмиссионный анализ |
| 5 | Капиллярный электрофорез |
| 6 | Высокоэффективная хроматография |
| 7 | Газовая хроматография |

6.1.2. Промежуточной аттестации

1. Примерный перечень вопросов, выносимых на экзамен

2. Абсорбционная спектроскопия. Какими уравнениями выражается основной закон светопоглощения Бугера—Ламберта—Бера? Каковы его ограничения? Спектры поглощения.
3. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Рентгеновская флуоресценция. Качественный и количественный рентгенофлуоресцентный анализ.
4. Хроматография. Влияние различных факторов на хроматографическое разделение. Расчет хроматограмм. Качественный и количественный методы анализа в хроматографии.
5. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Классификация методов ВЭЖХ. Метрологические характеристики метода.
6. Дайте определение количественного химического анализа. Какие основные методы количественного химического анализа вы знаете?
7. Дать определение качественного химического анализа? Что такое дробный качественный анализ? Что такое систематический качественный анализ?
8. Жидкостная хроматография. Классификация методов жидкостной хроматографии. Области применения жидкостной хроматографии.
9. ИК-спектроскопия. Основы метода. Характеристические полосы поглощения.
10. Исследование жидких и газообразных проб методом ИК-спектроскопии.
11. ИК-спектроскопия. Использование метода ИК-спектроскопии для решения задач идентификации. «Фингерпринтная» область ИК-спектра.
12. ИК-спектроскопия. Исследование твердых образцов методом ИК-спектроскопии. ИК-спектроскопия отражения.
13. ИК-спектроскопия отражения. Нарушенное полное внутреннее отражение (НПВО). Зеркальное отражение. Отражение при углах падения, близких к скользющему, и диффузное отражение.
14. Какие величины используют для оценки точности результата анализа? Как вычислить стандартное отклонение среднего результата? В чем отличие нормального (Гауссова) распределения и t-распределения?
15. Что характеризует коэффициент Стьюдента $t_{p,f}$? От каких факторов зависит t коэффициент?

16. Какие диапазоны непрерывного электромагнитного спектры применяются в спектральных методах анализа? Какие существуют излучательные и безызлучательные переходы в молекуле?

17. Какие основные стадии количественного анализа вы знаете? Что такое стандартные образцы? Что такое чувствительность метода? Что такое градуировочная функция и градуировочный график?

18. Каковы основные этапы общей схемы аналитического определения? В чем особенности пробоотбора твердых, газообразных и жидких веществ?

19. Качественный химический анализ. Где в экспертизе применяется качественный химический анализ. Тест-системы, индикаторные трубки.

20. Классификация термических методов анализа. Теоретические основы термического анализа. Области применения термического анализа.

21. Дифференциальный термический анализ и дифференциальная сканирующая калориметрия. Термогравиметрия.

22. Классификация, назначение и применение люминесцентных методов. Факторы, влияющие на чувствительность, точность и избирательность определения.

23. Люминесцентный анализ. Каковы достоинства и недостатки люминесцентного анализа? Флуоресцентная спектроскопия.

24. Люминесцентный анализ. От каких факторов зависит интенсивность люминесценции? Люминесценция при низких температурах.

25. Место естественнонаучных методов анализа в системе наук. Основные группы естественнонаучных методов анализа.

26. Классификация естественнонаучных методов анализа по массе и объему анализируемого образца.

27. Методы классификации естественнонаучных методов анализа. Методы разделения и определения. Области применения естественнонаучных методов анализа в экспертизе.

28. Молекулярный спектр. ИК-спектроскопия. Идентификация соединений по ИК-спектрам.

29. Качественный анализ по полученным ИК-спектрам. Количественный анализ в ИК-спектроскопии.

30. Основные закономерности капиллярного электрофореза. Расшифровка электрофореграмм.

31. Метрологические характеристики метода КЭФ. Сравнение метода КЭФ с хроматографическими методами анализа.

32. Основные метрологические понятия и их использование в аналитической химии. Классификация погрешностей. Обнаружение случайных погрешностей. Выявление промахов.

33. Способы оценки систематической погрешности. Расчет суммарной систематической и общей погрешности результатов анализа

34. Контроль качества результатов анализа. Показатель точности, показатель правильности (оценка систематической погрешности лаборатории), показатель повторяемости, показатель внутрилабораторной прецизионности результатов анализа.

35. Основные характеристики электромагнитного излучения. Взаимодействие излучения с веществом. Понятие спектра. Основы качественного спектрального анализа. Количественный спектральный анализ. Применение спектрального анализа в экспертной деятельности.

36. Основы метода капиллярного электрофореза (КЭФ). Техническая реализация метода КЭФ.

37. Основы рентгеноструктурного анализа. Бреговское рассеяние. Устройство и принцип работы дифрактометра

38. Основы рентгеноструктурного анализа. Исследование твердых образцов методом рентгеноструктурного анализа. Анализ и обработка дифрактограмм.

39. Принцип атомной силовой микроскопии. Общая функциональная схема.

40. Принцип растровой туннельной микроскопии. Общая функциональная схема.

41. Пробоотбор. В чем особенности пробоотбора твердых материалов? Как правильно хранить твердые пробы? В чем заключается метод квартования? Для каких проб он может быть применен?

42. Растровая электронная микроскопия. Современные методы исследования поверхности.

43. Пробоподготовка. Методы разделения, применяемые на стадии пробоподготовки. Экстракция и способы ее технической реализации.

44. Теоретические основы газовой хроматографии. Влияние различных факторов на разделение веществ в газовой хроматографии.

45. Классификация методов газовой хроматографии.

46. Теоретические основы люминесцентного анализа. Спектр люминесценции. Стоксово и антистоксово излучение. Тушение люминесценции. Анализ полученных спектров флуоресценции.

47. Проведение качественного и количественного анализа методом флуоресцентной спектроскопии.

48. Хроматографический анализ. Выбор оптимальных условий проведения анализа. Градуировка хроматографа.

49. Качественный и количественный методы анализа в ВЭЖХ.

50. Хроматографический анализ. Уравнение Ван-Деметра. Качественный анализ по параметрам удерживания. Количественный анализ в газовой хроматографии. Метрологические характеристики метода газовой хроматографии.

51. Хроматография, как метод разделения. Элюционные характеристики. Классификация методов хроматографии.

52. Что такое разрешающая способность микроскопа и как она рассчитывается? Каковы пути увеличения разрешающей способности микроскопа?

53. Что такое раствор, растворитель и растворенное вещество? Дайте определение растворимости. Что такое экстракция? Как определяется коэффициент экстракции?

54. Оптическая микроскопия. Увеличение микроскопа. Что такое числовая апертура объектива, и от каких параметров она зависит?
55. Компьютеры и области их применения в химическом анализе. Сбор и предварительная обработка данных с использованием компьютеров
56. Компьютеры и области их применения в химическом анализе. Численные методы обработки аналитического сигнала.
57. Электромагнитный спектр и спектральные методы. Сплошные, полосатые и линейчатые спектры.
58. Принципиальная схема ИК-спектрометров. ИК-спектрометры с фурье-преобразованием.
59. ИК-спектроскопия отражения.
60. Классификация, назначение и применение люминесцентных методов. Факторы, влияющие на чувствительность, точность и избирательность определения.
61. Хроматографический пик и элюционные характеристики. Влияние различных факторов на хромато-графическое разделение.
62. Классификация методов газовой хроматографии. Газохроматографические детекторы.
63. Классификация методов газовой хроматографии. Колонки для газовой хроматографии.
64. Исследование твердых образцов методом синхронного термического анализа
65. Типы оптических микроскопов и техника работы на них.
66. Компьютеры и области их применения в химическом анализе. Базы аналитических данных.
67. Сбор и предварительная обработка данных с использованием компьютеров.
68. Численные методы обработки аналитического сигнала.
69. Использование термического анализа в научных исследованиях, современные приборы термического анализа.
70. Области применения термического анализа. Термогравиметрия. Дифференциальный термический анализ и сканирующая калориметрия.
71. Современные газовые хроматографы, газы-носители, применяемые в газовой и газожидкостной хроматографии, твердые носители и адсорбенты, применяемые в газовой хроматографии.

6.2. Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок

Система оценивания включает:

Форма контроля	Показатели оценивания	Критерии выставления оценок	Шкала оценивания
зачет	правильность и полнота ответа	дан правильный, полный ответ на поставленный вопрос, показана	зачтено

		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.	
		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 разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу; присутствуют фрагментарность, нелогичность	неудовлетворительно

		изложения; дополнительные и уточняющие вопросы не приводят к коррекции ответа на вопрос.	
--	--	--	--

7. Ресурсное обеспечение дисциплины

7.1. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

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

1. Astra Linux Common Edition релиз Орел [ПО-25В-603] - Операционная система общего назначения "Astra Linux Common Edition" [Коммерческая (Full Package Product). Номер в Едином реестре российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных - 4433]; Лицензия на право пользования № 217800111-ore-2.12-client-6196.

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);
- электронная библиотека университета <http://elib.igps.ru> (авторизованный доступ);
- электронно-библиотечная система «ЭБС IPR BOOKS» <http://www.iprbookshop.ru> (авторизованный доступ).
- Справочная правовая система «КонсультантПлюс: Студент» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://student.consultant.ru/>, свободный доступ
- Информационно-правовой портал «Гарант» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/>, свободный доступ
- Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации «Консорциум КОДЕКС» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/>, доступ только после самостоятельной регистрации

7.3. Литература

Основная литература:

1. Моисеева, Т. Ф. Естественнаучные методы судебно-экспертных исследований : курс лекций / Т. Ф. Моисеева. — Москва : Российский государственный университет правосудия, 2015. — 196 с. — ISBN 978-5-93916-460-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/45217.html>

Дополнительная литература:

1. Методы и средства судебно-экспертных исследований: учебное пособие. / М.А. Галишев, Т.С. Алексеева, Г.А. Сикорова.- СПб.: СПб УГПС МЧС России, 2012. - 164 с. **Режим доступа:** <http://elib.igps.ru/?28&type=card&cid=ALSFR-d7116e87-7dde-4b2e-b8ea-416d58521263>

2. Физико-химические методы экспертного исследования. Лабораторный практикум: учебное пособие. / В.А. Ловчиков, Ю.Н. Бельшина, Ф.А. Дементьев – СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2012. - 164 с. **Режим доступа:** <http://elib.igps.ru/?34&type=card&cid=ALSFR-3ee51ae5-06bf-4d74-86f3-e430b04e6d27>

3. Молекулярная и атомная спектроскопия при исследовании объектов судебной пожарно-технической экспертизы: Учебное пособие. / М.Ю. Принцева, Л.А. Яценко, И.Д. Чешко и др. – СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2018. – 185 с. **Режим доступа:** <http://elib.igps.ru/?11&type=card&cid=ALSFR-9a08f6f2-a00e-49c0-a252-51fb395aa478&remote=false>

4. Рентгеновские методы анализа в судебной пожарно-технической экспертизе: Учебное пособие. / А. Ю. Парийская, А. Ю. Мокряк, Ю. Н. Бельшина и др. – СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2017. – 84 с. **Режим доступа:** <http://elib.igps.ru/?10&type=card&cid=ALSFR-e7060953-ce59-4938-b199-d64a62961798&remote=false>

5. Диагностика и идентификация горючих жидкостей при исследовании объектов пожарно-технической экспертизы: Учебное пособие. / М. Ю. Принцева, Л. А. Яценко, И.Д. Чешко и др. – СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2017. – 148 с. **Режим доступа:** <http://elib.igps.ru/?8&type=card&cid=ALSFR-c3f56aa6-61aa-4e5c-a724-8b668e3c26d6&remote=false>

6. Термический анализ при исследовании объектов судебной пожарно-технической экспертизы: Учебное пособие. / М. Ю. Принцева, И. Д. Чешко, Е.Д. Андреева и др. – СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2018. – 144 с. **Режим доступа:** <http://elib.igps.ru/?14&type=card&cid=ALSFR-bb3983f3-4ff7-4d8c-9327-635a754cee9e&remote=false>

7. Полевые инструментальные методы исследования объектов пожарно-технической экспертизы [Текст]: учебное пособие : [гриф МЧС] / Г. А. Сикорова [и др.] ; ред. Э. Н. Чижиков, 2018. - 136 с. **Режим**

документа: <http://elib.igps.ru/?52&type=card&cid=ALSFR-281bcd18-7f94-4126-a3e1-ab76b35d78ec&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 специалитета, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: автоматизированное рабочее место преподавателя, маркерная доска, мультимедийный проектор, документ-камера, посадочные места обучающихся.

Лабораторные занятия проводятся с использованием помещений учебной лаборатории «Лаборатория судебной пожарно-технической экспертизы», оснащенных оборудованными рабочими местами с лабораторным оборудованием:

Спектральная лаборатория:

ИК-Фурье-спектрометр «ИнфраЛЮМ ФТ-08», спектрофлуориметр «Флюорат-02-Панорама», рентгенофлуоресцентный анализатор Niton XL2.

Лаборатория материаловедения:

Спектрометр оптико-эмиссионный Q4 TASMAR, прибор капиллярного электрофореза КАПЕЛЬ 105М, CHNS/O элементный анализатор «Vario Micro cube» Elementar GmbH, прибор синхронного термического анализа NETZSCH STA 449 F3 Jupiter совмещенный ТГ-ДСК, рентгеновский дифрактометр ДР-01 «Радиян»

Хроматографическая лаборатория:

Газовый хроматограф «ХРОМАТЭК-Кристалл 5000.1», газовый хроматограф «ХРОМАТЭК-Кристалл 5000.2», жидкостный хроматограф «ЛЮМАХРОМ» с спектрофлуориметрическим детектированием.

Теплофизическая лаборатория:

Муфельная печь SNOL 30/1100.

Физико-химическая лаборатория:

Сушильный шкаф ТП 300, магнитная мешалка Magnetic Stirrer MSH-300, перемешивающее устройство ЛАБ-ПУ-01., центрифуга Multi centrifuge CM 6M, ультразвуковая ванна ПСБ-ГАЛС, просеивающая машина RETSCH AS 200 BASIC, вертикальный шлифовальный станок корвет, шлифовально-полировальный станок, гидравлический пресс SIMPLIMET 1000, весы лабораторные ADVENTURER (специальный класс точности), весы лабораторные SARTORIUS (специальный класс точности), дистиллятор лабораторный.

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

Авторы: кандидат технических наук, доцент Бельшина Ю.Н.
кандидат технических наук, доцент Дементьев Ф.А.