МИНОБРНАУКИ РОССИИ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ
Директор химико-технологического института
д.т.н.,проф. _____ Р.Н. Ястребинский
«_25_» _____05_____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Методы аналитического контроля в производстве материалов современной энергетики

направление подготовки (специальность):

18.05.02 – Химическая технология материалов современной энергетики

Направленность программы (профиль, специализация)

Ядерная и радиационная безопасность на объектах использования ядерной энергии

Квалификация (степень)

инженер

Форма обучения
Очная

Институт: химико-технологический

Кафедра теоретической и прикладной химии

Белгород – 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:
Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, утвержденного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации 07 августа 2020 г., приказ № 913.

- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2021 году.

Составители: к.т.н., доц. _____ (В.А. Полуэктова)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой:
теоретической и прикладной химии
Заведующий кафедрой д.т.н., проф._____ (В.И. Павленко)

«12» мая 2021 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

«13» мая 2021 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф. _____ (В.И. Павленко)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«15» мая 2021 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доцент_____(Л.А. Порожнюк)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Общепрофессиональные компетенции	**ОПК-2** Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование в профессиональной и научно-исследовательской деятельности	**ОПК-2.2** Использует знания теоретических основ фундаментальных разделов аналитической химии при решении профессиональных задач **ОПК-2.3** Владеет основами технологических процессов и осваивает с применением базовых навыков технологическое оборудование	**Знания:** – основных методов и способов пробоотбора и пробоподготовки, методы вскрытия проб; особенности аналитического контроля в отрасли; методы аналитического контроля в технологии редких, рассеянных и радиоактивных элементов. **Умения:** выбирать метод анализа для заданной аналитической задачи и провести статистическую обработку результатов аналитических определений; **Навыки:** стандартных и специфических методик физико-химического анализа материалов современной энергетики;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. **Компетенция** ОПК-2 Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование в профессиональной и научно-исследовательской деятельности

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Электротехника и промышленная электроника
2	Процессы и аппараты химической технологии
3	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа
4	Общая химическая технология
5	Методы аналитического контроля в производстве материалов современной энергетики
6	Химические реакторы
7	Государственная итоговая аттестация

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.
Форма промежуточной аттестации зачет.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	*180*
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	88	*88*
лекции	34	*34*
лабораторные	51	*51*
практические		
консультации	3	*3*
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	92	*92*
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание		
Другие виды самостоятельной работы	92	*92*
Форма промежуточной аттестации (зачет)		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Содержание лекционных занятий

Наименование тем, их содержание и объем

Курс 4 Семестр 8

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, час.			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1.	Принципиальные основы организации контроля производств материалов со-временной энергетики.				
	Предмет и задачи курса. Принципиальные основы организации контроля производств материалов современной энергетики. Заводские лаборатории и их задачи. Классификация (произ-водственная и научно-методическая) методов контроля. Классификация физико-химических методов анализа. Опробирование материалов. Пробоотбор твердых, жидких, газообразных материалов. Пробоподготовка. Методы вскрытия проб: «мокрые» способы разложения, «сухие» способы разложения, специальные способы разложения. Методы метрологической обработки результатов анализа. Погрешности количественного анализа. Статистическая обработка результатов измерений. Представление результатов анализа. Аналитический сигнал и методы определения концен-трации. Чувствительность, точ-ность, избирательность методов анализа	12		17	30
2.	Оптические методы анализа редких, рассеянных и радиоактивных элементов.				
	Методы определения содержания вещества в спектрофотометрии: метод добавок, метод стандартов метод градуировочного (калибровочного) графика. Спектрофотометрические методы анализа редких, рассеянных и радиоактивных элементов, их классификация. Методы, основанные на цветных реакциях	11		17	31

	ионов элементов с простейшими неорганическими анионами. Методы, основанные на образовании неорганических комплексных соединений. Спектрофотометрические методы анализа редких, рассеянных и радиоактивных элементов, основанные на образовании комплексных соединений с органическими реагентами, в том числе – внутрикомплексных соединений. Методы, основанные на цветных твердофазных реакциях. Методы анализа по поглощению и рассеянию лучистой энергии взвешенными частицами определяемого вещества. Нефелометрический метод анализа. Турбидиметрический метод анализа. Люминесцентные методы анализа редких, рассеянных и радиоактивных элементов: прямое и косвенное определение. Влияние различных факторов на люминесценцию. Люминесценция растворов. Люминесцентные реакции комплексообразования. Люминесценция кристаллофосфоров. Люминесценция тройных комплексных соединений. Люминесценция твердых тел. Эмиссионный спектральный анализ ядерных материалов. Внутренний стандарт. Способы атомизации проб. Спектральный анализ актиноидных элементов и определение в них примесей. Метод испарения. Метод фракционной дистилляции. Атомно-абсорбционный метод анализа в технологии материалов современной энергетики.				
3.	Электрохимические методы анализа материалов современной энергетики				
	. Потенциометрия. Теоретические основы метода. Возникновение потенциала. Индикаторные электроды; электроды сравнения. Электрохимические ячейки: гальванический элемент; электролитическая ячейка. Уравнение Нернста. Потенциометрия тория: осадительное и комплексонометрическое ПТ. Потенциометрия урана: окислительно-восстановительные потенциалы урансодержащих систем в водных растворах. Состояния урана в водных растворах. Окислительно-восстановительное потенциометрическое титро-	11		17	31

	вание урана. Потенциометрия плутония. Окислительно-восстановительные свойства плутония в водных растворах. Окислительно-восстановительное ПТ плутония. Вольтамперометрия и классическая полярография: теоретические основы метода (понятия и виды поляризации, предельный диффузионный ток, потенциал полуволны, основы качественного и количественного анализа). Уравнение Ильковича, методы количественного анализа, искажение полярограмм. Виды вольтамперометрии (переменнотоковая, циклическая, инверсионная). Полярография урана и плутония. Кулонометрические методы анализа. Потенциостатическая кулонометрия. Амперостатическая кулонометрия. Кулонометрическое титрование урана. Кулонометрическое титрование плутония. Электролитические методы анализа: теоретические основы. Электролиз на ртутном катоде. Электроосаждение урана, тория и плутония на твердых катодах.				
ИТОГО:		34		51	92

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Практические (семинарские) занятия учебным планом не предусмотрены.

4.3. Содержание лабораторных занятий

Первое занятие - вводное, инструктаж по технике безопасности, ознакомление с правилами работы, с приборами и оборудованием. На остальных занятиях каждый студент выполняет индивидуально лабораторные работы из приведенного ниже перечня по графику, составляемому ежегодно.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	Кол-во часов	К-во часов СРС
1	**2**	**3**	**4**	**5**
1.	Принципиальные основы организации контроля производств материалов современной энергетики.	Методы метрологической обработки результатов анализа. Погрешности количественного анализа. Статистическая обработка результатов измерений	17	17
		Представление результатов анализа. Аналитический сигнал и методы определения концентрации.		

		«Физико-химические методы определения элемента». 1. Протактиний. 2. Нептуний. 3. Америций. 4. Кюрий. 5. Берклий. 6. Калифорний. 7. Литий. 8. Бериллий. 9. Титан. 10. Цирконий. 11. Гафний. 12. Молибден. 13. Вольфрам. 14. Рений. 15. Скандий. 16. Церий. 17. Неодим. 18. Самарий. 19. Европий. 20. Гадолиний.		
2	Оптические методы анализа редких, рассеянных и радиоактивных элементов.	Фотоколориметрическое определение урана с пероксидом водорода.	17	17
		Определения урана в присутствии алюминия и ванадия с арсеназо III.		
		Люминесцентное определение урана.		
		Спектрофотометрическое определение тория по спектру поглощения комплекса с арсеназо III.		
		Нефелометрическое определение тория.		
3	Электрохимические методы анализа материалов современной энергетики.	Потенциометрическое окислительное титрование урана.	17	17
		Потенциометрическое осадительное титрование тория.		
		Ионометрия фтора: прямая ионометрия; ионометрическое титрование.		
		Определение скорости электрохимического восстановления уранила.		
		Количественное определение урана электрохимическим осаждением.		
	ИТОГО		51	51

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Выполнение курсового проекта/работы по дисциплине «Методы аналитического контроля материалов современной энергетики» не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

В соответствии с учебным планом РГЗ и ИДЗ не предусмотрены

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. **Компетенция ОПК-2** Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование в профессиональной и научно-исследовательской деятельности.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-2.2 Использует знания теоретических основ фундаментальных разделов аналитической химии при решении профессиональных задач, ОПК-2.3 Владеет основами технологических процессов и осваивает с применением базовых навыков технологическое оборудование	Зачет, выполнение и защита лабораторных работ, решение многоуровневых задач Зачет, выполнение и защита лабораторных работ, решение многоуровневых задач.

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

Промежуточная аттестация в конце 8-го семестра осуществляется в форме **зачета** после изучения разделов дисциплины «Методы аналитического контроля материалов современной энергетики».

При проведении зачета зачетный билет, содержащий три теоретических вопроса и задача, выбирают сами студенты в случайном порядке. Вопросы в билете охватывают показатели оценивания результата обучения по дисциплине: знания, умения, навыки. Для подготовки студенту отводится время в пределах 45 мин.

Зачёт является значимым оценочным средством и решающим в итоговой отметке учебных достижений студента.

Теоретические вопросы

1. Предмет и задачи курса. Принципиальные основы организации контроля производств материалов современной энергетики. Заводские лаборатории и их задачи. (ОПК-2)
2. Классификация (производственная и научно-методическая) методов контроля. Классификация физико-химических методов анализа. (ОПК-2)
3. Опробирование материалов (ОПК-2)
4. Пробоотбор твердых, жидких, газообразных материалов. (ОПК-2)
5. Пробоподготовка. Методы вскрытия проб: «мокрые» способы разложения, «сухие» способы разложения, специальные способы разложения. (ОПК-2)
6. Методы метрологической обработки результатов анализа (ОПК-2)
7. Погрешности количественного анализа. Статистическая обработка результатов измерений. Представление результатов анализа. (ОПК-2)

8. Аналитический сигнал и методы определения концентрации. Чувствительность, точность, избирательность методов анализа (ОПК-2)
9. Методы определения содержания вещества в спектрофотометрии: метод сравнения оптических плотностей; метод определения по среднему значению молярного коэффициента светопоглощения; метод уравнивания; метод градуировочного (калибровочного) графика. (ОПК-2)
10. Спектрофотометрические методы анализа редких, рассеянных и радиоактивных элементов, их классификация. Методы, основанные на цветных реакциях ионов элементов с простейшими неорганическими анионами. Методы, основанные на образовании неорганических комплексных соединений. (ОПК-2)
11. Спектрофотометрические методы анализа редких, рассеянных и радиоактивных элементов, основанные на образовании комплексных соединений с органическими реагентами, в том числе – внутрикомплексных соединений. Методы, основанные на цветных твердофазных реакциях. (ОПК-2)
12. Методы анализа по поглощению и рассеянию лучистой энергии взвешенными частицами определяемого вещества. Нефелометрический метод анализа. Турбидиметрический метод анализа. (ОПК-2)
13. Люминесцентные методы анализа редких, рассеянных и радиоактивных элементов: прямое и косвенное определение. Влияние различных факторов на люминесценцию. Люминесценция растворов. Люминесцентные реакции комплексообразования. Люминесценция кристаллофосфоров. Люминесценция тройных комплексных соединений. Люминесценция твердых тел. (ОПК-2)
14. Эмиссионный спектральный анализ ядерных материалов. Внутренний стандарт. Способы атомизации проб. Спектральный анализ актиноидных элементов и определение в них примесей. Метод испарения. Метод фракционной дистилляции. (ОПК-2)
15. Атомно-абсорбционный метод анализа в технологии материалов современной энергетики. (ОПК-2)
16. Потенциометрия. Теоретические основы метода. Уравнение Нернста. (ОПК-2)
17. Индикаторные электроды; электроды сравнения. Электрохимические ячейки: гальванический элемент; электролитическая ячейка. (ОПК-2)
18. Потенциометрия тория: осадительное и комплексонометрическое ПТ. (ОПК-2)
19. Потенциометрия урана: окислительно-восстановительные потенциалы урансодержащих систем в водных растворах. (ОПК-2)
20. Состояния урана в водных растворах. Окислительно-восстановительное потенциометрическое титрование урана. (ОПК-2)
21. Потенциометрия плутония. Окислительно-восстановительные свойства плутония в водных растворах. Окислительно-восстановительное ПТ плутония. (ОПК-2)
22. Вольтамперометрия и классическая полярография: теоретические основы метода (понятия и виды поляризации, предельный диффузионный ток, потенциал полуволны, основы качественного и количественного анализа). (ОПК-2)
23. Уравнение Ильковича, методы количественного анализа, искажения полярограмм. Виды вольтамперометрии (переменнотоковая, циклическая, инверсионная). (ОПК-2)
24. Полярография урана и плутония (ОПК-2)
25. Кулонометрические методы анализа. Потенциостатическая кулонометрия. Амперостатическая кулонометрия. (ОПК-2)
26. Кулонометрическое титрование урана. Кулонометрическое титрование плутония. (ОПК-2)
27. Электролитические методы анализа: теоретические основы. (ОПК-2)
28. Электролиз на ртутном катоде. Электроосаждение урана, тория и плутония на твердых катодах. (ОПК-2)

Практические задания

1. При титровании 50 мл HCl раствором КОН с концентрацией 2 моль-экв/л были получены результаты:

Объем раствора КОН, мл	3,2	6,0	9,2	15,6	20,0	23,4
Удельная электропроводность, $См \cdot см^{-1}$	3,1	2,6	1,8	1,6	2,4	2,9

Постройте кривую титрования и вычислите нормальность соляной кислоты. (ОПК-2)

2. Определите эквивалентную электропроводность раствора электролита $AgNO_3$, находящегося в ячейке с электродами площадью $S = 1{,}8 \cdot 10^{-4}$ м^2 и расстоянием между ними $l = 10^{-2}$ м, если сопротивление и концентрация раствора равны соответственно R = 4,7 Ом и C = 0,05 моль/л. (ОПК-2)
3. При электролизе в течение некоторого времени τ = 10 мин выделяется m = 0,365 г вещества, электрохимический эквивалент которого равен k = 1,97 г/А·ч. Определите силу тока. (ОПК-2)
4. Определите концентрацию исследуемого раствора, если для стандартного раствора с известной концентрацией $C = 5 \cdot 10^{-3}$ моль/л значение предельного диффузионного тока равно I_d = 25 мкА, а для исследуемого I_x=50 мкА. (ОПК-2)
5. Определите время образования одной капли ртути, если масса ртути, равна 3 мг/с, коэффициент диффузии ионов двухвалентного металла равен $0{,}15 \cdot 10^{-5}$ см$^2 \cdot$с$^{-1}$, предельный ток металла I_d = 30 мкА, концентрация ионов металла $1{,}5 \cdot 10^{-3}$ моль/л. (ОПК-2)
6. Используя уравнение Кольрауша для водного раствора сильного электролита с известной концентрацией C = 0,5 кмоль-экв/м^3, определите эквивалентную электропроводность при бесконечном разведении, если эмпирическая постоянная уравнения a = 0,508, эквивалентная электропроводность равна λ = 9,9 Ом$^{-1} \cdot$м$^2 \cdot$кмоль-экв$^{-1}$. (ОПК-2)
7. Какое количество электричества расходуется в ходе кулонометрического анализа, если масса вещества равна 0,25 г, а электрохимический эквивалент равен $2 \cdot 10^{-3}$ г/А·с. (ОПК-2)
8. Пользуясь законом Фарадея, определите электрохимический эквивалент вещества, если химический эквивалент равен 8,97 г/моль-экв. (ОПК-2)
9. Чему равна концентрация ионов в массе раствора, если диффузионный ток равен 15 мкА, а коэффициент пропорциональности k_M равен $7{,}5 \cdot 10^{-6}$. (ОПК-2)
10. При полярографировании 10,0 мл раствора никотинамида получена волна высотой 38 мм. После добавления к этому раствору 1,50 мл стандартного раствора, содержащего 2,00 мг/мл никотинамида, волна увеличилась до 80,5 мм. Рассчитать содержание препарата (мг/мл) в анализируемом растворе. (ОПК-2)
11. В ходе кондуктометрического анализа была определена удельная электропроводность, равная $1{,}15 \cdot 10^{-4}$ Ом$^{-1} \cdot$м$^{-1}$. Какова концентрация исследуемого раствора, если молярная электропроводность равна 8,5 Ом$^{-1} \cdot$м$^2 \cdot$моль$^{-1}$? (ОПК-2)
12. Построить кривую потенциометрического титрования в координатах $\varphi - V$. Рассчитать концентрацию $CaCl_2$ в растворе (г/л), если при титровании 20,0 мл анализируемого раствора раствором $Hg_2(NO_3)_2$ с концентрацией 0,0500 моль-экв/л получили: (ОПК-2)

$V_{Hg_2(NO_3)_2}$, мл	10,0	15,0	17,0	17,5	17,9	18,0	18,1	18,5	19,0
φ, мВ	382	411	442	457	498	613	679	700	709

13. Определите величину предельного тока меди, если концентрация вещества равна $4 \cdot 10^{-3}$ моль/л, коэффициент диффузии $D = 0{,}9 \cdot 10^{-5}$ см$^2 \cdot$с$^{-1}$, масса ртути, вытекающая из капилляра 3 мг/с, время образования одной капли τ = 4 с. (ОПК-2)
14. Определите константу диссоциации 0,0218 моль-экв/л раствора NH_4OH, если удельная электропроводность раствора равна $2{,}04 \cdot 10^{-3}$Ом$^{-1} \cdot$см^2, а эквивалентная электропроводность при бесконечном разведении λ_∞ равна 281 Ом$^{-1} \cdot$моль-экв$^{-1}$ см^2. (ОПК-2)
15. Определите электрохимический эквивалент трехвалентного металла, если в процессе электролиза за 3,5 минуты выделилось 0,2752 г металла при силе тока 3 А. (ОПК-2)

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Выполнение курсового проекта/работы по дисциплине «Методы аналитического контроля материалов современной энергетики» не предусмотрено учебным планом.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме защиты лабораторных работ, которые включают сдачу теоретического материала и решение разноуровневых задач по каждой теме.

Вопросы для защиты лабораторных работ приведены в конце каждой лабораторной работы в разделе контрольные вопросы и задачи для самоподготовки [1. Полуэктова В. А. Теория и практика аналитической химии. Часть I. Химические методы анализа : лабораторный практикум / В. А. Полуэктова. – Белгород: изд-во БГТУ, 2021. –172 с. — Режим доступа: https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2021051715005286600000655453.

2. Полуэктова В. А. Теория и практика аналитической химии. Часть II. Физико-химические методы анализа : лабораторный практикум / В. А. Полуэктова, В.Д. Мухачева. – Белгород: изд-во БГТУ, 2021. – 208 с. — Режим доступа: https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2021102811173426800000654354.

Для защиты лабораторной работы необходимо:

а) выполнить экспериментальную часть работы, произвести обработку результатов в соответствии с требованиями, приведенными в лабораторном практикуме;

б) подготовить ответы на контрольные вопросы и решить задачи.

Решение задач в рамках самостоятельной работы является частью подготовки к сдаче практической части коллоквиумов.

Вопросы для защиты лабораторных работ

Принципиальные основы организации контроля производств материалов современной энергетики (5 неделя) (ОПК-2)

1. Принципиальные основы организации контроля производств материалов современной энергетики.
2. Заводские лаборатории и их задачи.
3. Классификация (производственная и научно-методическая) методов контроля.
4. Классификация физико-химических методов анализа.
5. Апробирование материалов
6. Пробоотбор твердых, жидких, газообразных материалов.
7. Пробоподготовка.
8. Методы вскрытия проб: «мокрые» способы разложения, «сухие» способы разложения, специальные способы разложения.
9. Методы метрологической обработки результатов анализа
10. Погрешности количественного анализа.
11. Статистическая обработка результатов измерений.
12. Представление результатов анализа.

13. Аналитический сигнал и методы определения концентрации.
14. Чувствительность, точность, избирательность методов анализа

Оптические методы анализа редких, рассеянных и радиоактивных элементов (11 неделя) (ОПК-2)

1. Методы определения содержания вещества в спектрофотометрии: метод сравнения оптических плотностей; метод определения по среднему значению молярного коэффициента светопоглощения; метод уравнивания; метод градуировочного (калибровочного) графика.
2. Спектрофотометрические методы анализа редких, рассеянных и радиоактивных элементов, их классификация. Методы, основанные на цветных реакциях ионов элементов с простейшими неорганическими анионами. Методы, основанные на образовании неорганических комплексных соединений.
3. Спектрофотометрические методы анализа редких, рассеянных и радиоактивных элементов, основанные на образовании комплексных соединений с органическими реагентами, в том числе – внутрикомплексных соединений. Методы, основанные на цветных твердофазных реакциях.
4. Методы анализа по поглощению и рассеянию лучистой энергии взвешенными частицами определяемого вещества. Нефелометрический метод анализа. Турбидиметрический метод анализа.
5. Люминесцентные методы анализа редких, рассеянных и радиоактивных элементов: прямое и косвенное определение. Влияние различных факторов на люминесценцию. Люминесценция растворов. Люминесцентные реакции комплексообразования. Люминесценция кристаллофосфоров. Люминесценция тройных комплексных соединений. Люминесценция твердых тел.
6. Эмиссионный спектральный анализ ядерных материалов. Внутренний стандарт. Способы атомизации проб. Спектральный анализ актиноидных элементов и определение в них примесей. Метод испарения. Метод фракционной дистилляции.
7. Атомно-абсорбционный метод анализа в технологии материалов современной энергетики.

Электрохимические методы анализа материалов современной энергетики. (16 неделя) (ОПК-2)

1. Потенциометрия. Теоретические основы метода. Уравнение Нернста.
2. Индикаторные электроды; электроды сравнения. Электрохимические ячейки: гальванический элемент; электролитическая ячейка.
3. Потенциометрия тория: осадительное и комплексонометрическое ПТ.
4. Потенциометрия урана: окислительно-восстановительные потенциалы урансодержащих систем в водных растворах.
5. Состояния урана в водных растворах. Окислительно-восстановительное потенциометрическое титрование урана.
6. Потенциометрия плутония. Окислительно-восстановительные свойства плутония в водных растворах. Окислительно-восстановительное ПТ плутония.
7. Вольтамперометрия и классическая полярография: теоретические основы метода (понятия и виды поляризации, предельный диффузионный ток, потенциал полуволны, основы качественного и количественного анализа).
8. Уравнение Ильковича, методы количественного анализа, искажения полярограмм. Виды вольтамперометрии (переменнотоковая, циклическая, инверсионная).
9. Полярография урана и плутония
10. Кулонометрические методы анализа. Потенциостатическая кулонометрия. Амперостатическая кулонометрия.
11. Кулонометрическое титрование урана. Кулонометрическое титрование плутония.
12. Электролитические методы анализа: теоретические основы.
    Электролиз на ртутном катоде. Электроосаждение урана, тория и плутония на твердых

катодах.

Предполагает опрос студентов на каждом лабораторном занятии, с целью закрепления материала, контроля полученных знаний и выявления слабых мест в усвоении и понимании материала. Контрольные задания построены по принципу от простого к сложному.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена и дифференцированного зачета используется следующая шкала оценивания: незачет, зачет.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Показатель оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных законов и сущности методов аналитической химии
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение применять основные законы химии и физики и математические соотношения для решения теоретических и прикладных задач
	Умение проводить качественный и количественный анализ индивидуальных веществ, многокомпонентных систем
	Умение использовать справочные данные и результаты химического и физико-химического эксперимента для определения состава анализируемой пробы.
	Умение анализировать и сравнивать возможности, преимущества и недостатки, границы применимости разных методов анализа
	Умение применять различные методики установления качественного и количественного состава вещества.
	Умение применять результаты химического и физико-химического эксперимента для решения задач профессиональной деятельности.
Навыки	Владеть навыками применения химических и инструментальных методов исследования, а также теоретических законов к решению практических вопросов химической технологии.
	Владеть методами обработки результатов, приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных и Интернет-ресурсов
	Владеть методами работы на основных физико-химических приборах и практическими навыками самостоятельного проведения химического эксперимента.

Оценка преподавателем выставляется интегрально по всем показателям и критериям оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	незачет	зачет
Знание терминов, определений, понятий	Не знает основных терминов, определений, понятий	Знает основные понятия, термины и определения химических методов анализа
Знает основные методы и способы пробоотбора и пробоподготовки, методы вскрытия проб; особенности аналитического контроля в отрасли; методы аналитического контроля в технологии редких, рассеянных и радиоактивных элементов.	Не знает основные методы и способы пробоотбора и пробоподготовки, методы вскрытия проб; особенности аналитического контроля в отрасли; методы аналитического контроля в технологии редких, рассеянных и радиоактивных элементов.	Знает основные методы и способы пробоотбора и пробоподготовки, методы вскрытия проб; особенности аналитического контроля в отрасли; методы аналитического контроля в технологии редких, рассеянных и радиоактивных элементов.
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает материал дисциплины в достаточном объеме или обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы, допустимы неполные ответы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя, допустимо изложение знаний с некоторым нарушениями в логической последовательности
	Не иллюстрирует изложение поясняющими примерами	Применяет знания к решению различных проблем в смежных областях химии и химической технологии, раскрывая полноту усвоенных знаний. Приводит поясняющие примеры, возможно с ошибками
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Грамотно и точно излагает знания, самостоятельно и в полном объеме выполняет анализ и оценку полученных знаний. Допустимы неточности в изложении и интерпретации знаний.

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	незачет	зачет
Умение выбирать метод анализа для заданной аналитической задачи и провести статистическую обработку результатов аналитических определений	Не умеет выбирать метод анализа для заданной аналитической задачи и провести статистическую обработку результатов аналитических определений	Умеет выбирать метод анализа для заданной аналитической задачи и провести статистическую обработку результатов аналитических определений
Умение анализировать и сравнивать возможности, преимущества и недостатки, границы применимости разных методов анализа	Не умеет анализировать и сравнивать возможности, преимущества и недостатки, границы применимости разных методов анализа.	Умеет прогнозировать потенциальные возможности методов, знает преимущества и недостатки, границы применимости разных методов анализа, возможно допускает неточности.

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	незачет	зачет
Владеть стандартными и специфическими методиками физико-химического анализа материалов современной энергетики	Не владеет стандартными и специфическими методиками физико-химического анализа материалов современной энергетики	Владеет стандартными и специфическими методиками физико-химического анализа материалов современной энергетики

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
2	Аудитории для проведения лекций и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации	Мультимедийный проектор, экран, компьютер, ноутбук
3	Учебные лаборатории для проведения лабораторных занятий	вытяжные шкафы, сушильный шкаф, термостат, магнитные мешалки, колбонагреватели, аналитические весы, электрические плитки, pH–метр, водяная баня, лабораторная посуда.
4	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
		«Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2023г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Полуэктова В. А. Теория и практика аналитической химии. Часть I. Химические методы анализа : лабораторный практикум / В. А. Полуэктова. – Белгород: изд-во БГТУ, 2021. –172 с. — Режим доступа: https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2021051715005286600000655453.

2 Полуэктова В. А. Теория и практика аналитической химии. Часть II. Физико-химические методы анализа : лабораторный практикум / В. А. Полуэктова, В.Д. Мухачева. – Белгород: изд-во БГТУ, 2021. – 208 с. — Режим доступа: https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2021102811173426800000654354.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Электронная библиотечная система изд-ва Лань: http://e.lanbook.com
2. Электронная библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова: https://elib.bstu.ru/
3. Электронно-библиотечная система «IPRSMART» http://www.iprbookshop.ru/
4. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» http://biblioclub.ru/
5. Электронно-библиотечная система IPRBooks: http://www.iprbookshop.ru/
6. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» http://www.studentlibrary.ru/
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: http://elibrary.ru/
8. Национальная электронная библиотека: http://xn--90ax2c.xn--p1ai/
9. Электронная библиотечная система «Юрайт»: https://biblio-online.ru/
10. Электронная библиотека НИУ БелГУ: http://library-mp.bsu.edu.ru/MegaPro/Web