

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
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)  
специалист

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 подготовки 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07 августа 2020 г. № 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	<b>ОПК-2</b> Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование в профессиональной и научно-исследовательской деятельности	<p><b>ОПК-2.2</b> Использует знания теоретических основ фундаментальных разделов аналитической химии при решении профессиональных задач</p> <p><b>ОПК-2.3</b> Владеет основами технологических процессов и осваивает с применением базовых навыков технологическое оборудование</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b></p> <p>– методы и способы пробоотбора и пробоподготовки, методы вскрытия проб; особенности аналитического контроля в отрасли; методы аналитического контроля в технологии редких, рассеянных и радиоактивных элементов (включая ядерные материалы – уран, торий и плутоний); методы и аппаратуру для проведения проверки качества промежуточных и конечных продуктов в технологии материалов современной энергетики.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>–выбирать метод анализа для заданной аналитической задачи и провести статистическую обработку результатов аналитических определений; выбирать методы анализа для заданной технологической задачи, позволяющие получить наиболее полную информацию; применять стандартные и специфические методы физико-химического анализа для решения практических задач методами безопасной работы с пробами, содержащими соединения радиоактивных элементов.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>– стандартными и специфическими методиками физико-химического анализа материалов современной энергетики; навыками поиска научной информации в области методов анализа радиоактивных элементов и контроля качества продукции в технологии материалов современной энергетики; методами обработки экспериментальных данных и составление отчета о полученных экспериментальных результатах.</p>

## 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

## 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
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	88	88
лекции	34	34
лабораторные	51	51
практические		
консультации	3	3
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	92	92
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание		
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	92	92
Форма промежуточной аттестации (зачет)		зачет
Форма промежуточной аттестации (экзамен)		

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Содержание лекционных занятий

Наименование тем, их содержание и объем

Курс 5 Семестр 8

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, час.			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятель- ная работа
1. Принципиальные основы организации контроля производств материалов современной энергетики.					
	<p>Предмет и задачи курса. Принципиальные основы организации контроля производств материалов современной энергетики. Заводские лаборатории и их задачи. Классификация (производственная 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.</p> <p>Методы метрологической обработки результатов анализа. Погрешности количественного анализа. Статистическая обработка результатов измерений. Представление результатов анализа. Аналитический сигнал и методы определения концентрации. Чувствительность, точность, избирательность методов анализа</p>	12		17	30
2. Оптические методы анализа редких, рассеянных и радиоактивных элементов.					
	<p>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</p>	11		17	31

	<p>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.</p>				
<p>3. Электрохимические методы анализа материалов современной энергетики</p>					
	<p>. 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 потенциометриче-</p>	<p>11</p>		<p>17</p>	<p>31</p>

	ское титрование 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 (переменноточковая, 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 Представление результатов анализа. Аналитический сигнал и методы определения концентрации.	17	17

		<p>«Физико-химические методы определения ЭЛЕМЕНТА».</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Протактиний.</li> <li>2. Нептуний.</li> <li>3. Америций.</li> <li>4. Кюрий.</li> <li>5. Берклий.</li> <li>6. Калифорний.</li> <li>7. Литий.</li> <li>8. Бериллий.</li> <li>9. Титан.</li> <li>10. Цирконий.</li> <li>11. Гафний.</li> <li>12. Молибден.</li> <li>13. Вольфрам.</li> <li>14. Рений.</li> <li>15. Скандий.</li> <li>16. Церий.</li> <li>17. Неодим.</li> <li>18. Самарий.</li> <li>19. Европий.</li> <li>20. Гадолиний.</li> </ol>		
2	Оптические методы анализа редких, рассеянных и радиоактивных элементов.	<p>Фотоколориметрическое определение урана с пероксидом водорода.</p> <p>Определения урана в присутствии алюминия и ванадия с арсеназо III.</p> <p>Люминесцентное определение урана.</p> <p>Спектрофотометрическое определение тория по спектру поглощения комплекса с арсеназо III.</p> <p>Нефелометрическое определение тория.</p>	17	17
3	Электрохимические методы анализа материалов современной энергетики.	<p>Потенциометрическое окислительное титрование урана.</p> <p>Потенциометрическое осадительное титрование тория.</p> <p>Ионометрия фтора: прямая ионометрия; ионометрическое титрование.</p> <p>Определение скорости электрохимического восстановления уранила.</p> <p>Количественное определение урана электрохимическим осаждением.</p>	17	17
	<b>ИТОГО</b>		<b>51</b>	<b>51</b>

#### 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, выполнение домашних заданий - решение задач, коллоквиумы, тестирование, собеседование.

### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

#### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для дифференцированного 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. Билеты ежегодно утверждаются на заседании кафедры. Для подготовки студенту отводится время в пределах 45 мин.

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

#### 8 семестр, 8 зачет

##### Теоретические вопросы

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

6. Методы метрологической обработки результатов анализа
7. Погрешности количественного анализа. Статистическая обработка результатов измерений. Представление результатов анализа.
8. Аналитический сигнал и методы определения концентрации. Чувствительность, точность, избирательность методов анализа
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.
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.
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.
12. Методы анализа по поглощению и рассеянию лучистой энергии взвешенными частицами определяемого вещества. Нефелометрический метод анализа. Турбидиметрический метод анализа.
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.
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.
15. Атомно-абсорбционный метод анализа в технологии материалов современной энергетики.
16. Потенциометрия. Теоретические основы метода. Уравнение Нернста.
17. Индикаторные электроды; электроды сравнения. Электрохимические ячейки: гальванический элемент; электролитическая ячейка.
18. Потенциометрия тория: осадительное и комплексонометрическое ПТ.
19. Потенциометрия урана: окислительно-восстановительные потенциалы урансодержащих систем в водных растворах.
20. Состояния урана в водных растворах. Окислительно-восстановительное потенциометрическое титрование урана.
21. Потенциометрия плутония. Окислительно-восстановительные свойства плутония в водных растворах. Окислительно-восстановительное ПТ плутония.
22. Вольтамперометрия и классическая полярография: теоретические основы метода (понятия и виды поляризации, предельный диффузионный ток, потенциал полуволны, основы качественного и количественного анализа).
23. Уравнение Ильковича, методы количественного анализа, искажения полярограмм. Виды вольтамперометрии (переменноточковая, циклическая, инверсионная).
24. Полярография урана и плутония
25. Кулонометрические методы анализа. Потенциостатическая кулонометрия. Амперостатическая кулонометрия.
26. Кулонометрическое титрование урана. Кулонометрическое титрование плутония.
27. Электролитические методы анализа: теоретические основы.
28. Электролиз на ртутном катоде. Электроосаждение урана, тория и плутония на твердых катодах.

## Практические вопросы

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

Объем раствора KOH, мл	3,2	6,0	9,2	15,6	20,0	23,4
Удельная электропроводность, См·см <sup>-1</sup>	3,1	2,6	1,8	1,6	2,4	2,9

Постройте кривую титрования и вычислите нормальность соляной кислоты.

2. Определите эквивалентную электропроводность раствора электролита AgNO<sub>3</sub>, находящегося в ячейке с электродами площадью  $S = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$  и расстоянием между ними  $l = 10^{-2} \text{ м}$ , если сопротивление и концентрация раствора равны соответственно  $R = 4,7 \text{ Ом}$  и  $C = 0,05 \text{ моль/л}$ .
3. При электролизе в течение некоторого времени  $\tau = 10 \text{ мин}$  выделяется  $m = 0,365 \text{ г}$  вещества, электрохимический эквивалент которого равен  $k = 1,97 \text{ г/А·ч}$ . Определите силу тока.
4. Определите концентрацию исследуемого раствора, если для стандартного раствора с известной концентрацией  $C = 5 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$  значение предельного диффузионного тока равно  $I_d = 25 \text{ мкА}$ , а для исследуемого  $I_x = 50 \text{ мкА}$ .
5. Определите время образования одной капли ртути, если масса ртути, равна 3 мг/с, коэффициент диффузии ионов двухвалентного металла равен  $0,15 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ , предельный ток металла  $I_d = 30 \text{ мкА}$ , концентрация ионов металла  $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$ .
6. Используя уравнение Кольрауша для водного раствора сильного электролита с известной концентрацией  $C = 0,5 \text{ кмоль-экв/м}^3$ , определите эквивалентную электропроводность при бесконечном разведении, если эмпирическая постоянная уравнения  $a = 0,508$ , эквивалентная электропроводность равна  $\lambda = 9,9 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кмоль-экв}^{-1}$ .
7. Какое количество электричества расходуется в ходе кулонометрического анализа, если масса вещества равна 0,25 г, а электрохимический эквивалент равен  $2 \cdot 10^{-3} \text{ г/А·с}$ .
8. Пользуясь законом Фарадея, определите электрохимический эквивалент вещества, если химический эквивалент равен 8,97 г/моль-экв.
9. Чему равна концентрация ионов в массе раствора, если диффузионный ток равен 15 мкА, а коэффициент пропорциональности  $k_M$  равен  $7,5 \cdot 10^{-6}$ .
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.
11. В ходе кондуктометрического анализа была определена удельная электропроводность, равная  $1,15 \cdot 10^{-4} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$ . Какова концентрация исследуемого раствора, если молярная электропроводность равна  $8,5 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$ ?
12. Построить кривую потенциометрического титрования в координатах  $\varphi - V$ . Рассчитать концентрацию CaCl<sub>2</sub> в растворе (г/л), если при титровании 20,0 мл анализируемого раствора раствором Hg<sub>2</sub>(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> с концентрацией 0,0500 моль-экв/л получили:

$V_{\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2}, \text{мл}$	10,0	15,0	17,0	17,5	17,9	18,0	18,1	18,5	19,0
$\varphi, \text{мВ}$	382	411	442	457	498	613	679	700	709

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

БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА  
Кафедра теоретической и прикладной химии

Дисциплина: Методы аналитического контроля материалов современной энергетики  
Направление: 18.05.02 – Химическая технология материалов современной энергетики

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №**

1. Состояния урана в водных растворах. Окислительно-восстановительное потенциометрическое титрование урана.
2. Потенциометрия плутония. Окислительно-восстановительные свойства плутония в водных растворах. Окислительно-восстановительное ПТ плутония.
3. Вольтамперометрия и классическая полярография: теоретические основы метода (понятия и виды поляризации, предельный диффузионный ток, потенциал полуволны, основы качественного и количественного анализа).
4. В ходе кондуктометрического анализа была определена удельная электропроводность, равная  $1,15 \cdot 10^{-4} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$ . Какова концентрация исследуемого раствора, если молярная электропроводность равна  $8,5 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$ ?

Одобрено на заседании кафедры «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Протокол №\_\_ .

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.И. Павленко

**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 семестров в форме защиты лабораторных работ, коллоквиумов, которые включают сдачу теоретического материала и решение задач по каждой теме. Текущий контроль изучения теоретического материала по вопросам коллоквиумов возможны экспресс-методом контроля знаний с использованием тестирования.

Выполнение контрольных работ по дисциплине «Методы аналитического контроля материалов современной энергетики» не предусмотрено учебным планом.

**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 домашних задач является частью подготовки к сдаче практической части коллоквиумов.

## **Вопросы для коллоквиумов**

### **Коллоквиум 1. Принципиальные основы организации контроля производств материалов современной энергетики (5 неделя)**

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. Опробирование 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

### **Коллоквиум 2. Оптические методы анализа редких, рассеянных и радиоактивных элементов (11 неделя)**

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.

### **Коллоквиум 3. Электрохимические методы анализа материалов современной энергетики.** (16 неделя)

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.

**Собеседование.** Предполагает опрос студентов на каждом лабораторном занятии, с целью закрепления материала, контроля полученных знаний и выявления слабых мест в усвоении и понимании материала.

#### **5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания**

При промежуточной аттестации в форме экзамена и дифференцированного зачета используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Показатель оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
---	---------------------

плине	
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			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных законов аналитической химии	Не знает основные законы аналитической химии	Знает основные законы аналитической химии, но допускает неточности в формулировках и объяснении	Знает основные законы аналитической химии, умеет применять в решении практических задач, допуская некоторые неточности	Твердо знает основные законы аналитической химии, умеет применять в решении практических задач
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные во-

				просы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими примерами	Приводит поясняющие примеры, но с ошибками	Приводит поясняющие примеры корректно и понятно	Применяет знания к решению различных проблем в смежных областях химии и химической технологии, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, самостоятельно и в полном объеме выполняет анализ и оценку полученных знаний

**Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.**

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение применять основные законы и соотношения аналитической химии для решения теоретических и прикладных задач	Не умеет применять основные законы и соотношения аналитической химии для решения теоретических и прикладных задач	Умеет частично применять основные законы и соотношения аналитической химии для решения теоретических задач	Умеет применять основные законы и соотношения аналитической химии для решения теоретических и прикладных задач, но допускает неточности	Умеет применять основные законы и соотношения аналитической химии для решения теоретических и прикладных задач
Умение проводить эксперименты по установлению качественного и количественного состава индивидуальных веществ и многокомпонентных систем	Не умеет проводить эксперименты по установлению качественного и количественного состава индивидуальных веществ, многокомпонентных систем	Умеет проводить эксперименты по установлению качественного и количественного состава индивидуальных веществ, многокомпонентных систем, но обработка экспериментальных данных затруднена	Умеет проводить эксперименты по установлению качественного и количественного состава индивидуальных веществ, многокомпонентных систем и обработку полученных экспериментальных данных.	Умеет самостоятельно планировать и проводить эксперименты по установлению качественного и количественного состава индивидуальных веществ, многокомпонентных систем и проводить обработку и анализ полученных экспериментальных данных
Умение использовать справочные данные и результаты химического и физико-химического эксперимента для определения состава анализируе-	Не умеет использовать справочные данные и результаты химического и физико-химического эксперимента для определения состава анализируе-	Умеет использовать справочные данные и результаты химического и физико-химического эксперимента для определения состава анализируе-	Умеет использовать справочные данные и результаты химического и физико-химического эксперимента для определения состава анализируе-	Умеет использовать справочные данные и результаты химического и физико-химического эксперимента для определения состава анализируе-



мой пробы.	мой пробы	мой пробы, но не умеет использовать результаты химического и физико-химического эксперимента для объяснения сущности используемого метода.	мой пробы, умеет использовать результаты химического и физико-химического эксперимента для объяснения сущности используемого метода, но допускает ошибки в расчетах.	мой пробы, умеет использовать результаты химического и физико-химического эксперимента для объяснения сущности используемого метода
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.	Ошибается при анализе и определении возможностей, преимуществ и недостатков, границ применимости разных методов анализа	Умеет прогнозировать потенциальные возможности методов, знает преимущества и недостатки, границы применимости разных методов анализа, но допускает неточности.	Умеет анализировать и сравнивать возможности, преимущества и недостатки, границы применимости разных методов анализа
Умение применять различные методики установления качественного и количественного состава вещества	Не умеет применять различные методики установления качественного и количественного состава вещества	Умеет применять одну методику установления качественного и количественного состава вещества	Умеет применять в неполном объеме несколько методик установления качественного и количественного состава вещества	Умеет применять в полном объеме различные методики установления качественного и количественного состава вещества
Умение применять результаты химического и физико-химического эксперимента для решения задач профессиональной деятельности	Не умеет применять результаты химического и физико-химического эксперимента для решения задач профессиональной деятельности	Частично умеет применять результаты химического и физико-химического эксперимента для решения задач профессиональной деятельности	Умеет применять результаты химического и физико-химического эксперимента для решения задач профессиональной деятельности, но затрудняется с обоснованием выбора.	Умеет в полном объеме применять результаты химического и физико-химического эксперимента для решения задач профессиональной деятельности

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть навыками применения химических и инструментальных методов исследования, а также теоретических законов аналитической химии к решению практических вопросов химической технологии	Не владеет навыками применения химических и инструментальных методов исследования, а также теоретических законов аналитической химии к решению практических вопросов химической технологии	Владеет навыками применения химических и инструментальных методов исследования, а также теоретических законов аналитической химии к решению практических вопросов химической технологии не в полном объеме	Владеет навыками применения химических и инструментальных методов исследования, а также теоретических законов аналитической химии к решению практических вопросов химической технологии, но допускает неточно-	Владеет навыками применения химических и инструментальных методов исследования, а также теоретических законов аналитической химии к решению практических вопросов химической технологии в полном объеме

			сти	
Владеть методами обработки результатов, приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных и Интернет-ресурсов	Не владеет методами обработки результатов, приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных и Интернет-ресурсов	Владеет методами обработки результатов, приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных и Интернет-ресурсов не в полном объеме	Владеет методами обработки результатов, приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных и Интернет-ресурсов, но допускает неточности	Владеет методами обработки результатов, приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных и Интернет-ресурсов в полном объеме
Владеть методами работы на основных физико-химических приборах и практическими навыками самостоятельного проведения химического эксперимента.	Не владеет методами работы на основных физико-химических приборах и практическими навыками самостоятельного проведения химического эксперимента	Владеет методами работы на основных физико-химических приборах и практическими навыками самостоятельного проведения химического эксперимента не в полном объеме	Владеет методами работы на основных физико-химических приборах и практическими навыками самостоятельного проведения химического эксперимента, но допускает неточности	Владеет методами работы на основных физико-химических приборах и практическими навыками самостоятельного проведения химического эксперимента в полном объеме

## 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.	Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и промежуточной аттестации УК 2 №№ 327,325	Специализированная мебель. Мультимедийный проектор, экран, компьютер, ноутбук
2.	Учебные лаборатории УК2 №308 для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации	Специализированная мебель. водяные и песчаные бани, электроплитки; аналитические весы марок ВЛКТ-500, ВЛП-200, ВЛА-200, электронные химико-аналитические весы ВК-600; сушильные шкафы СНОЛ; муфельная печь; термокамера ЛУ; центрифуга ЦЛМ; дистиллятор АЭ-15. фотоэлектроколориметры КФК-2М, КФК-3М, ФЭК-56М; анализатор «ЭКОТЕСТ-01»; аквадистиллятор АДЭ-15; спектрофотометр; мост переменного тока; потенциометр ИВ-79; ПЭВМ Р-133; центрифуги ЛЗ-418, ЦЛС-31М; шкаф сушильный LF-404; электролизеры лабораторные ЕР-4; весы ВЛКТ-500; иономеры ЭВ-76; иономеры И-500; рН-метры рН-150М; рефрактометр ИРВ-454БМ. Имеются компьютеры и соответствующее программное обеспечение для сопровождения

		дения эксперимента и ведения сложных расчетов, а также для экспресс-контроля входных знаний и умений работы с соответствующим оборудованием.
--	--	--

## 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	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 31.10.2020. 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 31.10.2020. Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017.
3.	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
4.	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5.	Autodesk Education Master Suite	№ лиц. 7053026340

## 6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

### 6.3.1. Перечень основной литературы

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>.

### 6.3.2. Перечень дополнительной литературы

1. Справочное руководство по аналитической химии и физико-химическим методам анализа: Учеб. пособие / И. В. Тикунова, Н. В. Дробницкая, А. И. Артеменко и др. М.: Высш. Шк., 2009. – 413 с.
2. Васильев, В. П. Аналитическая химия. Кн.1. Титриметрические и гравиметрический методы анализа. – М.: Дрофа, 2007.
3. Васильев, В. П. Аналитическая химия. Кн.2. Физико-химические методы анализа. – М.: Дрофа, 2005.
4. Васильев, В.П. Аналитическая химия. Сборник вопросов, упражнений и задач / В. П. Васильев, Л. А. Кочергина, Т. Д. Орлова. – М.: Дрофа, 2003.
5. Poluektova, V. A. Analytical chemistry and phisycal-chemical methods of analysis : учебное пособие / Белгород: Изд-во БГТУ, 2010.

6. Слюсарь, А. А. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Ч. 2. Физико-химические методы анализа: Учеб. пособие / О. А. Слюсарь, В. А. Полуэктова – Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2008. – 150 с.
7. Валова (Копылова), В. Д. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: практикум / В. Д. Валова (Копылова), Е. И. Паршина. – М.: Дашков и К, 2015. –199 с. <http://www.iprbookshop.ru/10905>.
8. Трифонова, А. Н. Аналитическая химия: учебное пособие / А. Н. Трифонова, Мельситова И.В. М.: Вышэйшая школа, 2013. – 161 с. <http://www.iprbookshop.ru/24051>.
9. Кукина, О.Б. Аналитическая химия: учебное пособие / О. Б. Кукина, О. В. Слепцова, Е. А. Хорохордина, О. Б. Рудаков В.: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.– 162 с. <http://www.iprbookshop.ru/30833>.

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

1. Научно-техническая библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова <http://ntb.bstu.ru/>
2. Электронно-библиотечная система IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru/>
3. Каталог ссылок на файлы с электронными книгами <http://www.y10k.ru/books/>
4. Российский химико-аналитический портал <http://www.anchem.ru/literature/>
5. Портал Химического факультета МГУ <http://www.chem.msu.su/rus>
6. Электронные химические библиотеки <http://djvu-inf.narod.ru/nclib.htm>
7. Российский научный журнал «Успехи химии» <http://www.uspkhim.ru/>

## **7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**