

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор института ХТИ
В.И. Павленко
« 17 » _____ 2018 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

**«Методы аналитического контроля
в производстве материалов современной энергетики»**

направление подготовки:

18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики»

Направленность программы (специализация):

**Ядерная и радиационная безопасность на объектах
использования ядерной энергетики**

Квалификация (степень)

Инженер

Форма обучения

очная

Институт: Химико-технологический институт

Кафедра: Теоретической и прикладной химии

Белгород – 2018

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики» (уровень специалитета), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «17» октября 2016 г. №1291;
- Плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова по направлению подготовки 18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики», профиль (специализация) 18.05.02-06 Ядерная и радиационная безопасность на объектах использования ядерной энергетики, введенного в действие в 2018 году.

Составитель: к.т.н., доцент  В.А. Полуэктова

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой

«Теоретическая и прикладная химия»

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор  В.И. Павленко

«14» мая 2018 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

«14» мая 2018 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор  В.И. Павленко

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«15» мая 2018 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доцент  Л.А. Порожнюк

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Общепрофессиональные			
1	ОПК-2	Способность профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способность к проведению научного исследования и анализа полученных при его проведении результатов	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать:</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>Уметь:</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>Владеть:</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

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Общая и неорганическая химия
2	Аналитическая химия
3	Физическая и коллоидная химия
5	Физико-химические методы анализа
6	Общая химическая технология

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Методы сбора, транспортировки, переработки и хранения радиоактивных отходов
2	Основы научных исследований

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единиц, 216 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 9
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	216
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	85	85
лекции	34	34
лабораторные	-	-
практические	51	51
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	131	131
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	36	36
Расчетно-графич. задание	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Другие виды самостоятельной работы	95	95
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	3	3

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 5 Семестр 9

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час.			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Принципиальные основы организации контроля производств материалов современной энергетики.					
	<p>Предмет и задачи курса.</p> <p>Принципиальные основы организации контроля производств материалов современной энергетики. Заводские лаборатории и их задачи.</p> <p>Классификация (производственная и научно-методическая) методов контроля. Классификация физико-химических методов анализа.</p> <p>Опробирование материалов.</p> <p>Пробоотбор твердых, жидких, газообразных материалов.</p> <p>Пробоподготовка. Методы вскрытия проб: «мокрые» способы разложения, «сухие» способы разложения, специальные способы разложения.</p> <p>Методы метрологической обработки результатов анализа. Погрешности количественного анализа.</p> <p>Статистическая обработка результатов измерений. Представление результатов анализа. Аналитический сигнал и методы определения концентрации. Чувствительность, точность, избирательность методов анализа</p>	12	17	-	31
2. Оптические методы анализа редких, рассеянных и радиоактивных элементов.					
	<p>Методы определения содержания вещества в спектрофотометрии: метод добавок, метод стандартов метод градуировочного (калибровочного) графика.</p> <p>Спектрофотометрические методы анализа редких, рассеянных и радиоактивных элементов, их классификация. Методы, основанные на цветных реакциях ионов элементов с простейшими неорганическими анионами.</p>	12	17	-	32

	<p>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</p>	<p>10</p>	<p>17</p>	<p>-</p>	<p>32</p>

	<p>потенциалы урансодержащих систем в водных растворах. Состояния урана в водных растворах. Окислительно-восстановительное потенциометрическое 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 (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.</p>				
ИТОГО:		34	51	-	95

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

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

		<p>«Физико-химические методы определения ЭЛЕМЕНТА».</p> <ol style="list-style-type: none"> 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. Гадолий. 	
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
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
	ИТОГО		51

4.3. Содержание лабораторных занятий (учебным планом не предусмотрены)

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Перечень типовых вопросов (типовых заданий)

Входной контроль по дисциплине «Методы аналитического контроля в производстве материалов современной энергетики»

Входной контроль осуществляется в виде теста.

1. Как называется свойство химических элементов, которое в периодах увеличивается, а в группах остаётся постоянным?
А) Ионизационный потенциал Б) Атомный радиус
В) Электроотрицательность Г) Максимальная валентность
2. Наименее прочные химические связи:
А) водородная; Б) донорно-акцепторная; В) полярная ковалентная;
Г) неполярная ковалентная; Д) межмолекулярная; Е) ионная.
3. Укажите формулу вещества, которое в окислительно-восстановительных реакциях может проявлять и окислительные, и восстановительные свойства:
А) KNO_3 Б) HNO_2 В) N_2O_5 Г) HNO_3
4. Выберите правильную последовательность уменьшения атомных радиусов S, Cl и Ar:
А) $S > Cl > Ar$; Б) $S > Ar > Cl$; В) $Ar > Cl > S$.
5. Какую функцию выполняет хлор в реакции $H_2SO_3 + Cl_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_4 + HCl$?
А) Восстановителя Б) Окислителя
В) Восстановителя и окислителя Г) Среды
6. Все галогены проявляют высокую...
а) окислительную активность, которая уменьшается при переходе от фтора к йоду;
б) восстановительную активность;
в) реакционную активность, которая увеличивается от фтора к йоду;
г) каталитическую активность.
7. Ковалентная химическая связь является связью:
А) ненаправленной; Б) направленной; В) насыщенной;
Г) ненасыщенной; Д) слабой; Е) прочной.
8. Число координационных мест, которые занимает один лиганд называется ...
А) координационной сферой; Б) дентатностью;
В) валентностью; Г) координационным числом.
9. Самое сильное основание из представленных ниже соединений:
А) $Be(OH)_2$; Б) $Mg(OH)_2$; В) $Ca(OH)_2$;
Г) $Sr(OH)_2$; Д) $Ba(OH)_2$
10. Установите последовательность увеличения ионного характера связи в двухатомных молекулах:
А) $CaCl_2$; Б) $MgCl_2$; В) Cl_2 ; Г) HCl ; Д) KCl .
11. Установите последовательность увеличения силы оснований:
А) $Mg(OH)_2$; Б) $Al(OH)_3$; В) KOH ; Г) $Ca(OH)_2$
12. При добавлении Na_2SO_4 к насыщенному водному раствору $BaSO_4$ растворимость сульфата бария:
А) увеличивается; Б) уменьшается;
В) не изменяется; Г) изменяется немонотонно.
13. В отличие от большинства твердых веществ и жидкостей растворимость газов в жидкостях с ростом температуры...
А) увеличивается; Б) не изменяется;
В) становится неограниченной; Г) уменьшается.
14. Термически неустойчивы и легко разлагаются при нагревании:
А) все соли аммония; Б) все соли азотной кислоты;
В) все соли фосфорной кислоты; Г) все средние соли.
15. Величина произведения растворимости зависит:
А) от температуры; Б) от концентрации растворенного вещества; В) от концентрации одноименных ионов в растворе;
Г) от природы растворенного вещества; Д) от природы растворителя.

16. На растворимость вещества оказывают влияние.....
- А) температура, наличие катализатора, низкое значение теплового эффекта растворения;
 Б) температура, наличие катализатора, низкое значение энергии активации;
 В) природа растворяемого вещества и природа растворителя, температура, давление;
 Г) степени окисления элементов растворителя, валентность элементов растворяемого вещества.
17. В воде хорошо растворимы все соли
- А) серной кислоты; Б) соляной кислоты;
 В) фосфорной кислоты; Г) азотной кислоты; Д) аммония.
18. Перечислите последовательность элементов, записанных в порядке увеличения основности их высших оксидов и гидроксидов.
- А) Ba, Sr, Ca, Mg, Be; Б) Na, Mg, Al, Si, P;
 В) P, Si, Al, Mg, Na; Г) Be, Mg, Ca, Sr, Ba.
19. Выберите элемент, высший гидроксид которого является самой сильной кислотой.
- А) Ba, Б) F, В) Cl, Г) S, Д) N,
 Е) Mn, Ж) I.
20. Причина образования химической связи — это....
- А) притяжение электронов; Б) уменьшение общей энергии системы;
 В) взаимодействие ядер атомов; Г) перекрывание электронных облаков.

Задания для проведения текущего контроля

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
9 семестр		
1	Принципиальные основы организации контроля производств материалов современной энергетики	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
2	Оптические методы анализа редких, рассеянных и радиоактивных элементов.	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.

		<ol style="list-style-type: none"> 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.
3	<p style="text-align: center;">Электрохимические методы анализа материалов современной энергетики.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 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

		<p>поляризации, предельный диффузионный ток, потенциал полуволны, основы качественного и количественного анализа).</p> <p>8. Уравнение Ильковича, методы количественного анализа, искажения полярограмм. Виды вольтамперометрии (переменноточковая, циклическая, инверсионная).</p> <p>9. Полярография урана и плутония</p> <p>10. Кулонометрические методы анализа. Потенциостатическая кулонометрия. Амперостатическая кулонометрия.</p> <p>11. Кулонометрическое титрование урана. Кулонометрическое титрование плутония.</p> <p>12. Электролитические методы анализа: теоретические основы.</p> <p>13. Электролиз на ртутном катоде. Электроосаждение урана, тория и плутония на твердых катодах.</p>
--	--	---

Вопросы для проведения промежуточной аттестации 9 семестр, 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 (переменнотоковая, 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 ⁻¹	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 AgNO₃, 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 $k = 1,97 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$. 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 $\lambda = 9,9 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кмоль}^{-1} \cdot \text{эkv}^{-1}$.

7. Какое количество электричества расходуется в ходе кулонометрического анализа, если масса вещества равна 0,25 г, а электрохимический эквивалент равен $2 \cdot 10^{-3} \text{ г/А} \cdot \text{с}$.
8. Пользуясь законом Фарадея, определите электрохимический эквивалент вещества, если химический эквивалент равен 8,97 г/моль-эkv.
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_2 в растворе (г/л), если при титровании 20,0 мл анализируемого раствора раствором $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ с концентрацией 0,0500 моль-эkv/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 $4 \cdot 10^{-3}$ 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-эkv/л раствора NH_4OH , если удельная электропроводность раствора равна $2,04 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2$, а эквивалентная электропроводность при бесконечном разведении λ_∞ равна $281 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{эkv}^{-1} \cdot \text{см}^2$.
15. Определите электрохимический эквивалент трехвалентного металла, если в процессе электролиза за 3,5 минуты выделилось 0,2752 г металла при силе тока 3 А.

5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем

Задание на курсовую работу выдается студенту в начале семестра и оформляется по требованиям, указанным в последующих разделах данных методических указаний.

Задание определяет:

- тематическое направление курсовой работы (тему);
- объем курсовой работы;
- сроки выполнения курсовой работы;
- сроки сдачи на проверку курсовой работы;
- сроки защиты курсовой работы.

Примерные тематики курсовых работ:

1. Методы аналитического контроля современных материалов, используемых для «экранирования» ускорителей заряженных частиц.
2. Методы аналитического контроля на предприятиях по получению ядерного топлива.
3. Методы аналитического контроля на предприятиях по обогащению радиоактивных отходов.
4. Методы аналитического контроля на предприятиях по переработке радиоактивных отходов.
5. Методы аналитического контроля на предприятиях по кондиционированию, утилизации и захоронению радиоактивных отходов (НПО «Радон»)

№ п/п	Раздел курсовой работы	Краткое содержание	Объем																		
1	Введение	Во введении дается общая характеристика выпускаемой продукции, показывается общее состояние, история и перспективы развития данного производства в стране и за рубежом. Далее автор ставит цели и задачи проекта и кратко характеризует пути их решения.	1-2																		
2	Аналитический обзор	Этот раздел является составной частью работы. Тема обзора должна отражать существо проекта. Например, современное состояние и перспективы развития промышленного производства отдельных видов материалов современной энергетики. В качестве исходных материалов используют научно-техническую литературу, а также материалы научно-технических и проектно-конструкторских организаций. Основными источниками сведений по технологии производства изделий являются переодические издания	8-10																		
3	Технологическая часть: 1. Характеристика и входной контроль исходного сырья и материалов.	<p>Приводятся подробная характеристика основного сырья, вспомогательных материалов и полуфабрикатов, требования к их качеству согласно показателей ГОСТа или ТУ по химическому и физическому составу и свойствам; показатели, обязательные для входного контроля качества и методы их определения. <i>Если вводятся новые методы входного контроля, то дается обоснование их применения.</i> Обосновывается обеспеченность производства сырьем и приводятся его поставщики, условия транспортировки и хранения, действующие или планируемые цены на сырье и материалы.</p>	20-30 В том числе: 8-10																		
	2. Описание технологического процесса.	<p>В курсовой работе обязательно приводится технологическая схема производства. Затем дается краткое и четкое описание технологической схемы в соответствии с графическим изображением и указанием оборудования. При этом приводятся технологические режимы производства, в том числе и режимы вспомогательных операций (подготовка сырья, механическая обработка и т.п.). Кратко описываются и физико-химические процессы, протекающие при переработке сырья и получении готовой продукции.</p>	5-10																		
	3. Технологический контроль производства.	<p>В этом разделе даются характеристики контролируемых и регулируемых параметров всех стадий технологического процесса получения полимера или изделий и деталей из композиционного материала. Кроме этого, учитываются приборы и аппаратура, используемые для этих целей, и дается характеристика принципа их действия.</p> <p>Итоговые данные в этом подразделе приводятся в виде табл.</p> <table border="1" data-bbox="497 1473 1158 1671"> <thead> <tr> <th>Стадия процесса, контролируемый параметр</th> <th>Рабочее значение параметра</th> <th>Метод, приборы контроля</th> <th>Точка отбора проб</th> <th>Периодичность контроля</th> <th>Кто Контролирует</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Стадия процесса, контролируемый параметр	Рабочее значение параметра	Метод, приборы контроля	Точка отбора проб	Периодичность контроля	Кто Контролирует	1	2	3	4	5	6							3-5
	Стадия процесса, контролируемый параметр	Рабочее значение параметра	Метод, приборы контроля	Точка отбора проб	Периодичность контроля	Кто Контролирует															
1	2	3	4	5	6																
4. Характеристика и контроль качества готовой продукции.	<p>Дается подробная характеристика выпускаемой продукции, химического и физического состава, показателей качества и методов контроля по ГОСТ или ТУ, гарантийных сроков хранения продукции, упаковки и транспортировки ее. <i>Если вводятся новые методы контроля качества, то дается обоснование их применения.</i> Указываются пункты назначения и отправления готовой продукции, ее планируемая стоимость.</p>	8-10																			

5	Безопасность и экологичность производства	В этом разделе должны быть рассмотрены санитарно-гигиенические и природоохранные характеристики сырья, полуфабрикатов и готовой продукции. Мероприятия по технике безопасности, обеспечивающие безопасность ведения технологических процессов, безопасную эксплуатацию всех видов оборудования, исключаящую возможность несчастных случаев, профессиональных заболеваний и отравлений, а также мероприятия по охране окружающей среды от выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, отведению сточных вод и обращению с опасными отходами.	3-5
6.	Заключение	В заключении формулируются краткие выводы, в которых обосновывается техническое решение поставленной в курсовой работе задачи, а именно реконструкция действующих или внедрения новых методов технического контроля и анализа, а также отражаются вопросы автоматизации оборудования и мероприятия по технике безопасности и охране окружающей среды на рассматриваемом производстве.	1-2
7.	Приложение	В случае необходимости в работе приводятся приложения, в которых выделяются текстовые материалы, оформляемые как самостоятельные документы (спецификация, ведомости, ГОСТы, технические условия, инструкции, технологические документы, описания алгоритмов, программы и т.п.), а также материалы вспомогательного характера (описания аппаратуры и приборов, таблицы вспомогательных цифровых данных и т.п.).	

Целью КР является закрепление теоретического материала, развитие навыков самостоятельной работы с учебной и справочной литературой. Кроме того задания выдаются с целью организации самостоятельной работы студентов и контроля за их выполнением со стороны преподавателя.

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателя.

Самоконтроль зависит от определенных качеств личности, ответственности за результаты своего обучения, заинтересованности в положительной оценке своего труда, материальных и моральных стимулов, от того насколько обучаемый мотивирован в достижении наилучших результатов. Задача преподавателя состоит в том, чтобы создать условия для выполнения самостоятельной работы (учебно-методическое обеспечение), правильно использовать различные стимулы для реализации этой работы (рейтинговая система), повышать её значимость и грамотно осуществлять контроль самостоятельной деятельности студента (фонд оценочных средств).

5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий.

В соответствии с учебным планом индивидуальное домашнее задание и РГЗ не предусмотрены

5.4. Перечень контрольных работ

Контрольные работы не предусмотрены.

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Полуэктова, В.А. Аналитическая химия. Химические методы анализа : учебное пособие для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 18.05.02 – Химическая технология материалов современной энергетики / В. А. Полуэктова – Белгород: Изд-во БГТУ, 2018. – 132 с.
2. Полуэктова, В.А. Физико-химические методы анализа : учебное пособие для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 18.05.02 – Химическая технология

- материалов современной энергетики / В. А. Полуэктова – Белгород: Изд-во БГТУ, 2018. – 173 с.
3. Полуэктова В.А., Денисова Л.В. Лабораторный практикум по качественному и количественному анализу : учеб. пособие // БГТУ им. В. Г. Шухова. – Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2015. – 263 с.
 4. Методы аналитического контроля в производстве материалов современной энергетики: методические указания к выполнению курсовой работы для студентов очной формы обучения специальности подготовки 18.05.02 / сост. В.А. Полуэктова – Белгород: Изд-во БГТУ, 2018 – 15 с.

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Васильев, В. П. Аналитическая химия. Кн.1. Титриметрические и гравиметрический методы анализа. – М.: Дрофа, 2007.
2. Васильев, В. П. Аналитическая химия. Кн.2. Физико-химические методы анализа. – М.: Дрофа, 2005.
3. Васильев, В.П. Аналитическая химия. Сборник вопросов, упражнений и задач / В. П. Васильев, Л. А. Кочергина, Т. Д. Орлова. – М.: Дрофа, 2003.
4. Poluektova, V. A. Analytical chemistry and physycal-chemical methods of analysis : учебное пособие / Белгород: Изд-во БГТУ, 2010.
5. 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.
6. 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>.
7. Трифонова, А. Н. Аналитическая химия: учебное пособие / А. Н. Трифонова, Мельситова И.В. М.: Вышэйшая школа, 2013. – 161 с. <http://www.iprbookshop.ru/24051>.
8. 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>.
9. Жерин И.И., Амелина Г.Н., Егоров Н.Б., Водянкин А.Ю. Оптические методы определения урана и тория: Учебное пособие. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 134 с. <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2010/m164.pdf>
10. Основы электрохимических методов анализа [Электронный ресурс]: учебное пособие / И. И. Жерин [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Физико–технический институт (ФТИ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. Ч. 1. <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m077.pdf>

6.3. Перечень интернет ресурсов

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/>

6.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

1. Microsoft Windows 7 and Windows Server 2008 R2 Service Pack, договор № №63-14к от 02.07.2014.

2. Microsoft Office Professional 2013, договор № 31401445414 от 25.09.2014
3. Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows, лицензия № 17E0170707130320867250
4. GoogleChrome Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения.
5. MozillaFirefox Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Реализация программы учебной дисциплины требует наличия специально оборудованных кабинетов и лабораторий.

Организация лекционных занятий проводится на базе специализированной аудитории 325ЛК, оснащенной компьютеризированным комплексом рабочего места преподавателя, презентационной техникой, имеется комплект электронных презентаций.

Лабораторные занятия ведутся в специализированной учебной лаборатории 308 кафедры теоретической и прикладной химии, оборудованной в соответствии с требованиями, предъявляемыми к учебным химическим лабораториям. В лабораториях имеются необходимые химическая посуда и химреактивы, приборы и оборудование:

- в лаборатории физико-химических методов анализа 308 ЛК имеются 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.
- имеется компьютерный класс 327ЛК и соответствующее программное обеспечение для экспресс-контроля теоретических знаний в форме тестирования.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение №1

Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины

Дисциплина «Методы аналитического контроля в производстве материалов современной энергетики» представляет собой неотъемлемую часть подготовки по направлению «Химическая технология материалов современной энергетики».

Изучение данной дисциплины формирует у студентов знания в области современных инструментальных методов анализа для определения качественного и количественного состава химических соединений.

Для успешного овладения теоретическими знаниями и практическими умениями используется полный набор методического материала: учебники, учебные пособия, курс лекций, методические указания к проведению лабораторных работ.

Объем, содержание и уровень лекционного курса позволяет студентам на базе имеющихся у них знаний по аналитической химии и физико-химическим методам анализа понять основные теоретические положения, лежащие в основе методов аналитического контроля методов идентификации и определения веществ и самостоятельно выбрать и обосновать наиболее оптимальный метод анализа.

Для закрепления теоретических знаний, полученных на лекциях, а также в индивидуальной познавательной деятельности, предусмотрено подготовка и защита реферата, беседы с преподавателем в форме коллоквиума, выполнение различных тестовых и контрольных заданий.

Лабораторный практикум позволяет студентам приобрести необходимые навыки в использовании различных приемов, необходимых для проведения анализа, включающих умение проводить основные стадии качественного и количественного анализа с использованием современных приборов по физико-химическим исследованиям, оформлять результаты анализа.

Все перечисленные выше методы усвоения теоретического материала и приобретения практических навыков должны приводить к тому, чтобы студент мог самостоятельно провести анализ некоторых промышленных и природных объектов и представить результат анализа с учетом метрологических характеристик.

Контроль знаний студентов осуществляется путем опросов по ходу выполнения лабораторных работ, проведением коллоквиумов по теоретическим основам методов, проведением тестовых контролей.

Занятия проводятся в виде лекций, лабораторных работ и практических занятий. Лекции проводятся с применением видеоматериалов и раздаточного материала. Лабораторные занятия проводятся в специализированной, оснащённой современным оборудованием учебной лаборатории «Физико-химические методы анализа» кафедры теоретической и прикладной химии.

Для изучения методов анализа необходимы достаточно глубокие знания по математике, физике, аналитической, физической химии. Для лучшего понимания сущности проведения методов аналитического контроля рекомендуется использование видеоматериалов. Изучение предмета необходимо начинать с усвоения материала лекций. Изучать материал следует в тот же день, повторив записанное во время лекций и дополнив его материалом из соответствующей учебной литературы.

Кроме общих рекомендаций, при изучении отдельных разделов предусматриваются отдельные рекомендации.

Принципиальные основы организации контроля производств материалов современной энергетики. Данный раздел посвящен введению в курс. Рассматриваются принципиальные основы организации контроля производств материалов современной энергетики; задачи заводских лабораторий; классификация (производственная и научно-методическая) методов контроля, классификация физико-химических методов анализа. Изучаются способы

пробоотбора твердых, жидких, газообразных материалов, пробоподготовка, методы вскрытия проб: «мокрые» способы разложения, «сухие» способы разложения, специальные способы разложения. Рассматриваются 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

Оптические методы анализа редких, рассеянных и радиоактивных элементов. Во втором разделе изучаются 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 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 – внутримолекулярных 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.

Электрохимические методы анализа материалов современной энергетики. При изучении данного раздела необходимо четко представлять, какие законы лежат в основе методов анализа. Изучается потенциометрия. Необходимо знать теоретические основы метода, возникновение потенциала, индикаторные электроды; электроды сравнения. Иметь представление об электрохимической ячейке. Знать 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 титрование урана. Потенциометрия плутония. Окислительно-восстановительные свойства плутония в водных растворах. Окислительно-восстановительное ПТ плутония. В данном разделе изучается вольтамперометрия и классическая полярография: теоретические основы метода (понятия и виды поляризации, предельный диффузионный ток, потенциал полуволны, основы качественного и количественного анализа). Необходимо знать 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.

Важное значение для изучения курса имеет самостоятельная работа студентов. Отдельным студентам поручается более глубокая проработка некоторых тем с применением элементов научно-исследовательской работы и изложение материала в виде доклада, что требует привлечения дополнительной информации. В рамках лабораторных занятий проводятся коллоквиумы, где обсуждаются материалы самостоятельной работы, используются элементы оппонирования. Лучшие материалы рекомендуются для дальнейшей разработки и представления на научную конференцию.

В результате освоения курса и выполнения всех предусмотренных видов учебной деятельности (лекции, лабораторные работы, реферат) обучающийся должен знать: основные этапы качественного и количественного анализа; методы и способы пробоотбора и

пробоподготовки, методы вскрытия проб; особенности аналитического контроля в отрасли; методы и аппаратуру для проведения проверки качества промежуточных и конечных продуктов в технологии материалов современной энергетики. Уметь: выбирать методы вскрытия проб материалов; применять стандартные и специфические методы физико-химического анализа для решения практических задач методами безопасной работы с пробами, содержащими соединения радиоактивных элементов; выбрать метод анализа для заданной аналитической задачи и провести статистическую обработку результатов аналитических определений. Владеть: методами вскрытия и подготовки проб для анализа; стандартными и специфическими методами физико-химического анализа материалов современной энергетики; опытом работы с пробами, содержащими соединения радиоактивных элементов.

УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный год

Протокол № 15 заседания кафедры от «11» июня 2019 г.

Заведующий кафедрой ТиПХ, д.т.н, профессор *В.И. Павленко* Павленко В.И.

Директор ХТИ *В.И. Павленко* Павленко В.И.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 2020/2021 учебный год без изменений.

Протокол № 9 заседания кафедры ТиПХ от «14» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой ТиПХ
д.т.н, профессор



Павленко В.И.

Директор института



Павленко В.И.