

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. директора ИШПР
Гусева Н.В.
«23» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2018 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа			
Направление подготовки/специальность	18.03.01 Химическая технология		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Химический инжиниринг		
Специализация	Химическая технология керамических и композиционных материалов		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	3	семестр	5
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	32	
	Практические занятия	24	
	Лабораторные занятия	32	
	ВСЕГО	88	
Самостоятельная работа, ч		128	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОХИ ИШПР
Заведующий кафедрой – руководитель ОХИ на правах кафедры			Короткова Е.И.
Руководитель ООП			Ревва И.Б.
Преподаватель			Воронова О.А.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов обучения	
		Код	Наименование
ОПК (У)-1	Способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	ОПК(У)-1.B9	Владеет методами проведения химического анализа
		ОПК(У)-1.Y9	Умеет выбирать метод анализа для заданной аналитической задачи
		ОПК(У)-1.39	Знает физико-химические основы качественного и количественного химических и физико-химических методов анализа
ПК(У)-10	Способность проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	ПК(У)-10.B1	Владеет навыками работы на современных аналитических приборах при анализе сырья, материалов и готовой продукции, способами оценки результатов анализа
		ПК(У)-10.Y1	Умеет выполнять качественный и количественный анализ сырья, материалов и готовой продукции, химическими и физико-химическими методами на основе измерения величины аналитического сигнала
		ПК(У)-10.31	Знает методы идентификации и количественного определения сырья, материалов и готовой продукции химическими и физико-химическими методами
ДПК(У)-1	Способность проводить стандартные испытания материалов и изделий, проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку и анализ результатов	ДПК(У)-1.B1	Владеет опытом использования методик анализа для проведения химических и физико-химических экспериментов при аналитическом контроле, проводить обработку результаты анализа и оценивать их погрешности
		ДПК(У)-1.Y1	Умеет планировать и проводить химические и физико-химические эксперименты для заданной аналитической задачи, проводить статистическую обработку результатов анализа, оформлять результаты анализа с учетом метрологических характеристик
		ДПК(У)-1.31	Знает этапы проведения качественного и количественного химического и физико-химического анализа, методы обработки результатов анализа

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Применять знания законов, теорий, уравнений, свойств анализируемых веществ при выборе метода и схемы определения химическими и физико-химическими методами анализа.	ОПК (У)-1 ПК(У)-10 ДПК(У)-1
РД-2	Самостоятельно выбирать схему анализа, оптимальный метод анализа	ОПК (У)-1 ПК(У)-10 ДПК(У)-1
РД-3	Самостоятельно выполнять качественный и количественный анализ сырья, материалов и готовой продукции на основе измерения величины аналитического сигнала	ОПК (У)-1 ПК(У)-10 ДПК(У)-1
РД-4	Самостоятельно проводить статистическую обработку результатов анализа, оформлять результаты анализа с учетом метрологических характеристик	ОПК (У)-1 ПК(У)-10 ДПК(У)-1

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Введение в Аналитическую химию Теоретические основы титриметрического метода анализа	РД-1, РД-2	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	4
Раздел 2. Теоретические основы кислотно-основного титрования	РД-3, РД-4	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	15
Раздел 3. Теоретические основы окислительно-восстановительного титрования	РД-3, РД-4	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	15
Раздел 4. Теоретические основы комплексонометрического титрования	РД-3, РД-4	Лекции	2
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	10
Раздел 5. Теоретические основы осадительного титрования	РД-3, РД-4	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	15
Раздел 6. Теоретические основы метода гравиметрии	РД-3, РД-4	Лекции	2
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	10
Раздел 7. Введение в Физико-химические методы анализа	РД-1, РД-2	Лекции	2
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	4
Раздел 8.	РД-3, РД-4	Лекции	4

Теоретические основы хроматографии		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	15
Раздел 9. Теоретические основы спектроскопии	РД-3, РД-4	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	15
Раздел 10. Теоретические основы электрохимии	РД-3, РД-4	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	15
Раздел 11. Методы пробоотбора и пробоподготовки	РД-2	Лекции	2
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	10

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Введение в Аналитическую химию Теоретические основы титриметрического метода анализа

Предмет аналитической химии. Сравнительная характеристика химических, физико-химических и физических методов анализа. Классификация химических методов анализа. Сущность титриметрии. Требования к реакциям, используемым в титриметрии. Классификация титриметрических методов анализа. Способы титрования: прямое, обратное, косвенное. Методы пипетирования и отдельных навесок. Способы приготовления и установки концентраций рабочих растворов.

Темы лекций:

1. Введение в Аналитическую химию Теоретические основы титриметрического метода анализа

Темы практических занятий:

1. Способы выражение концентрации
2. Расчеты при приготовлении растворов

Названия лабораторных работ:

1. Приготовление раствора HCl приблизительной концентрации. Приготовление стандартного раствора $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$.

Раздел 2. Теоретические основы кислотно-основного титрования

Сущность кислотно-основного титрования. Водные растворы сильных и слабых кислот, сильных и слабых оснований. Расчет pH. Буферные растворы. Растворы гидролизующихся солей. Кривые титрования в методе нейтрализации. Индикаторы в методе нейтрализации. Практическое использование.

Темы лекций:

1. Сущность кислотно-основного титрования. Расчет pH в растворах.
2. Кривые титрования в методе нейтрализации.

Темы практических занятий:

1. Расчеты в кислотно-основном титровании.
2. Коллоквиум по кислотно-основному титрованию

Названия лабораторных работ:

1. Стандартизация раствора HCl по буре.

2. Определение Na_2CO_3 в растворе.
3. Определение концентрации пищевой уксусной кислоты.
4. Определение аммиака в солях аммония.

Раздел 3. Теоретические основы окислительно-восстановительного титрования

Сущность окислительно-восстановительного титрования. Особенность реакций окисления-восстановления. Окислительно-восстановительный потенциал. Уравнение Нернста. Направление ОВР. Классификация методов окислительно-восстановительного титрования. Кривые титрования. Способы определения точки эквивалентности. Практическое использование.

Темы лекций:

1. Теоретические основы окислительно-восстановительного титрования

Темы практических занятий:

1. Расчеты в окислительно-восстановительном титровании.
2. Коллоквиум по окислительно-восстановительному титрованию

Названия лабораторных работ:

1. Определение Fe (II) методом перманганатометрии
2. Определение Cu (II) методом иодометрии

Раздел 4. Теоретические основы комплексонометрического титрования

Общая характеристика метода использования реакций комплексообразования. Равновесие аналитических реакций комплексообразования. Константы устойчивости. Сущность метода комплексонометрии. Комплексоны, их применение в химическом анализе. Металлоиндикаторы метода комплексонометрии. Аналитические возможности метода.

Темы лекций:

1. Теоретические основы комплексонометрического титрования

Названия лабораторных работ:

1. Определение общей жесткости воды методом комплексонометрии

Раздел 5. Теоретические основы осадительного титрования

Использование гетерогенных систем в аналитической химии и их характеристика. Растворимость малорастворимых соединений. Условия осаждения и растворения малорастворимых соединений. Понижение растворимости. Солевой эффект. Дробное осаждение. Превращение одних малорастворимых соединений в другие. Примеры использования в анализе. Требования, предъявляемые к реакциям осаждения в титриметрическом анализе. Классификация методов осадительного титрования. Кривая титрования. Индикаторы. Метод Мора, метод Фольгарда, метод Фаянса. Практическое применение метода осадительного титрования.

Темы лекций:

1. Равновесие в гетерогенных системах
2. Теоретические основы осадительного титрования

Темы практических занятий:

1. Расчеты в осадительном титровании.
2. Коллоквиум по осадительному титрованию

Раздел 6. Теоретические основы метода гравиметрии

Сущность гравиметрического анализа. Классификация методов гравиметрии: методы отгонки, методы осаждения. Условия и правила аналитического осаждения. Получение

аморфных и кристаллических осадков. Требования, предъявляемые к осаждаемой, весовой формам, осадителю. Вычисления в гравиметрии. Точность анализа. Примеры.

Темы лекций:

1. Теоретические основы метода гравиметрии

Раздел 7. Введение в Физико-химические методы анализа
--

Общая характеристика инструментальных методов анализа. Классификация ФХМА. Прямые (метод градуировочного графика, метод стандартных добавок, метод сравнения со стандартом) и косвенные (титриметрические) способы измерения аналитических сигналов; абсолютные (безэталонные) и относительные методы.

Темы лекций:

1. Введение в Физико-химические методы анализа

Раздел 8. Теоретические основы хроматографии

Принципы хроматографического разделения веществ. Классификация хроматографических методов. Хроматографический пик и его параметры. Качественный и количественный анализ. Принципиальная схема хроматографа. Особенности газовой и жидкостной хроматографии. Области применения хроматографических методов.

Темы лекций:

1. Сущность хроматографического метода разделения веществ.
2. Особенности газовой и жидкостной хроматографии.

Темы практических занятий:

1. Коллоквиум по хроматографии.

Названия лабораторных работ:

1. Качественный и количественный анализ в газожидкостной хроматографии.
2. Определение нейтральной соли в растворе методом ионообменной хроматографии.

Раздел 9. Теоретические основы спектроскопии

Основы спектроскопических методов. Классификация спектроскопических методов. Методы атомной и молекулярной спектроскопии. Происхождение и виды спектров. Качественный и количественный анализ. Качественный анализ по ИК-спектрам. Методы количественного анализа в видимой области. Аппаратура для спектроскопии.

Темы лекций:

1. Основы спектроскопических методов.
2. Метод молекулярно-абсорбционной спектроскопии

Темы практических занятий:

1. Коллоквиум по спектроскопии

Названия лабораторных работ:

1. Фотометрическое определение Cu (II) методом градуировочного графика.
2. Фотометрическое определение Fe (II) методом добавок.

Раздел 10. Теоретические основы электрохимии

Сущность электрохимических методов. Основные понятия. Электродный процесс, стадии электродного процесса. Классификация электрохимических методов. Потенциометрические методы. Вольтамперометрия. Амперометрия и амперометрическое титрование. Кулонометрия. Кондуктометрия и кондуктометрическое титрование.

Темы лекций:

1. Сущность электрохимических методов. Потенциометрические методы анализа.
2. Электрохимические методы, основанные на протекании тока через систему.

Темы практических занятий:

1. Коллоквиум по электрохимии

Названия лабораторных работ:

1. Определение Fe^{2+} , MnO_4^- , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ методом амперометрического титрования.
2. Определение NO_3^- в воде методом ионометрии.
3. Определение неорганических (H_3PO_4) и органических кислот (CH_3COOH) методом потенциометрического титрования.

Раздел 11. Методы пробоотбора и пробоподготовки
--

Основные этапы анализа различных объектов: отбор пробы и подготовка ее к анализу. Виды проб: сыпучие материалы, металлы, газы, жидкости, объекты окружающей среды. Методы вскрытия проб: мокрые и сухие способы разложения, специальные методы. Маскирование. Разделение и концентрирование. Количественные характеристики разделения и концентрирования. Осаждение и соосаждение. Экстракция. Скорость экстракции. Классификация экстракционных процессов. Сорбция. Механизм сорбции. Виды сорбентов. Электрохимические методы разделения. Методы испарения.

Темы лекций:

1. Методы пробоотбора и пробоподготовки

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий;
- Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям;
- Подготовка к коллоквиумам, экзамену;

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**6.1. Учебно-методическое обеспечение****Основная литература**

1. Основы аналитической химии [Электронный ресурс] учебник в электронном формате: в 2 т.: / под ред. Ю.А. Золотова . — 5-е изд., стер. — Москва: Академия, 2012, Т.1. — 384 с. — Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/FN/fn-34.pdf>
2. Основы аналитической химии [Электронный ресурс] учебник в электронном формате: в 2 т.: / под ред. Ю. А. Золотова . — 5-е изд., стер. — Москва: Академия, 2012, Т.2. — 409 с. — Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/FN/fn-35.pdf>
3. Васильев В. П. Аналитическая химия учебник: в 2 кн.: [Электронный ресурс] / В.П. Васильев . — 7-е изд., стер. — Москва: Дрофа , 2009 - Кн. 1: Титриметрические и гравиметрические методы анализа. — 2009. — 368 с. — Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/FN/fn-21.pdf>
4. Васильев В. П. Аналитическая химия учебник: в 2 кн.: [Электронный ресурс] / В.П. Васильев . — 7-е изд., стер. — Москва: Дрофа , 2009 - Кн. 2 : Физико-химические методы анализа . — 2009. — 384 с. — Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/FN/fn->

Дополнительная литература

1. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии [Электронный ресурс] / Ю.Ю. Лурье. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва: Альянс, 2013. — 448 с. — Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/FN/fn-15.pdf>
2. Титриметрические методы анализа: учебно-методическое пособие. [Электронный ресурс] / Н.М. Дубова, Т.М. Гиндуллина, Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. — 96 с. <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m238.pdf>
3. Аналитическая химия и ФХМА. Лабораторный практикум. Часть 2: Учебно-методическое пособие. [Электронный ресурс] / Т.М. Гиндуллина, Н.М. Дубова Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. — 220 с. — Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m275.pdf>
4. Основы аналитической химии и химического анализа (для геологов) : учебное пособие [Электронный ресурс] / Н.Н. Чернышова, О.А. Воронова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2012. — 308 с. — Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m052.pdf>
5. Физико-химические методы исследования и анализа; учебное пособие [Электронный ресурс] / Е.И. Короткова, Т.М. Гиндуллина, Н.М. Дубова, О.А. Воронова; Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. — 168 с. — Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m241.pdf>
6. Хроматографические методы анализа: методы анализа: учебно-методическое пособие. [Электронный ресурс] / Т.М. Гиндуллина, Дубова Н.М.; Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. — 80 с. — Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m334.pdf>

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Персональный сайт преподавателя (Воронова О.А.) — Режим доступа: <http://portal.tpu.ru/SHARED/o/OAA/academic>
2. Аналитическая химия: видеолекции [Электронный ресурс] / Т.М. Гиндуллина; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт природных ресурсов (ИПР), Кафедра физической и аналитической химии (ФАХ). — Электрон. дан. — Томск: TPU Moodle, 2017. — Режим доступа: <http://lms.tpu.ru/course/view.php?id=11501> — из корпоративной сети ТПУ.
3. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: электронный курс, Ч.2, видеолекции: [Электронный ресурс] / Н.М. Дубова, О.А. Воронова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Инженерная школа природных ресурсов, Отделение химической инженерии. — Электрон. дан.. — Томск: TPU Moodle, 2019. — Режим доступа: <https://eor.lms.tpu.ru/course/view.php?id=1016> — из корпоративной сети ТПУ.
4. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Cisco Webex Meetings; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView; Zoom Zoom

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 43а, 301	Комплект учебной мебели на 110 посадочных мест Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 43а, 213	Мешалка магнитная ММ-5 М1(с подогревом) - 1 шт.; Доска магнитно-меловая 100х200 см - 7 шт.; Шкаф посудный - 1 шт.; Весы электронные ACCULAB ALC 210 d4 - 1 шт.; Весы электронные KERN - 1 шт.; Автоматический поляриметр AP300 - 1 шт.; Лабораторный учебный микроскоп PrimoStar - 8 шт.; Вентилятор ВЦ-4-76 - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 50 посадочных мест; Шкаф общелабораторный - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 18.03.01 «Химическая технология» (приема 2018 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Доцент ОХИ	Воронова О.А.

Программа одобрена на заседании Отделения химической инженерии (протокол от «27»__08__2018 г. № т1).

Заведующий кафедрой - руководитель
ОХИ на правах кафедры,
д.х.н, профессор

/Короткова Е.И./