Санкт-Петербургский государственный университет

ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

Физические и физико-химические методы и средства количественного химического анализа

Physical and physical-chemical methods and instrumentation of quantitative chemical analysis

Язык(и) обучения

русский

Трудоёмкость (границы трудоёмкости) в зачетных единицах: 2

Регистрационный номер рабочей программы: 041484

Санкт-Петербург

РАЗДЕЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

1.1. Цели и задачи учебных занятий

В процессе учебных занятий достигаются следующие цели: освоение, обновление, систематизация и углубление знаний теоретических основ физических и физико-химических методов количественного химического анализа; знакомство с основными тенденциями развития инструментальных методов анализа; приобретение, закрепление и усовершенствование обучающимися практических навыков работы на современном аналитическом оборудовании.

Поставленные цели достигаются путём решения следующих задач:

- систематизированное изложение и объяснение теоретических основ физических и физико-химических методов количественного химического анализа;
- рассмотрение относительных достоинств и недостатков различных инструментальных методов анализа;
- рассмотрение принципов работы приборов для проведения количественного химического анализа с помощью различных методов и возможности их модернизации;
- привитие навыков работы на современном аналитическом оборудовании.

Полученные в период обучения знания и приобретенный опыт должны повысить профессиональный уровень (квалификацию) специалистов по наиболее важным разделам аналитической химии.

1.2. Требования к подготовленности обучающего к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Для успешного освоения настоящей учебной дисциплины слушатели должны быть знакомы с основами неорганической, органической, физической и аналитической химии, владеть техникой выполнения аналитического и физико-химического эксперимента, иметь навыки работы на персональном компьютере, высшее или неполное высшее образование.

1.3 Перечень результатов обучения (learning outcomes): совершенствование компетенций, необходимых для профессиональной деятельности специалиста-химика в области физико-химических методов анализа:

- ДК-1. способен выбрать и совершенствовать методики проведения инструментального количественного химического анализа;
- ДК-2. способен самостоятельно планировать и проводить инструментальный количественный химический спектральный анализ.

Знания, умения, навыки, осваиваемые обучающимся: обучающийся ознакомится с электрохимическими, спектральными методами, а также методами

разделения и концентрировании и гибридными методами анализа. В ходе выполнения лабораторных работ будут выявлены основные преимущества методов и возможности их применения для решения конкретных аналитических задач.

Обучающийся должен иметь представление:

- об истории развития инструментальной аналитической химии;
- об основных тенденциях развития современной аналитической химии.

Обучающийся должен знать:

- определения основных терминов и понятий, используемых в аналитической химии;
- классификацию и область применения основных физических и физико-химических методов количественного химического анализа;
- принципиальные схемы, основные узлы и характеристики современного аналитического оборудования;
- достоинства и недостатки различных инструментальных методов химического анализа;
- основы метрологии количественного химического анализа.

Обучающийся должен уметь:

- выбрать методику инструментального количественного химического анализа;
- планировать количественный химический анализ;
- трактовать данные количественного химического анализа.

Обучающийся должен отработать навык:

- проведения пробоподготовки реальных объектов для дальнейшего количественного химического анализа;
- проведения градуировки аналитического оборудования;
- обработки данных количественного химического анализа;
- проведения текущего обслуживания аналитического оборудования.

1.4. Перечень активных и интерактивных форм учебных занятий:

Лекции в объеме 30 часов проводятся в активной форме в группах численностью не более 20 человек. Лекции включают изложение теоретического материала с использованием электронной версии курса лекций (презентаций).

Практические занятия в объеме 6 часов проводятся в интерактивной форме (в формате «круглого стола») в группах численностью не более 20 человек. Практические занятия включают обсуждение задач, с которыми обучающиеся сталкиваются в своей практике, вопросов, связанных с применением методов количественного химического анализа в процессе работы в лабораториях, отработку принципиальных моментов методик анализа реальных объектов.

Лекции и практические занятия могут проводиться в аудиторной , либо в дистанционной форме.

Лабораторные работы в объеме 34 часов проводятся в интерактивной форме в подгруппах численностью от 5 человек. Лабораторные работы включают выполнение экспериментальной части задачи, оформление отчёта и совместное обсуждение результатов работы, в процессе чего обучающиеся получают практические навыки использования физико-химических методов анализа.

РАЗДЕЛ 2. ОРГАНИЗАЦИЯ, СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

2.1. Организация учебных занятий

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем												Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам.раб.)	промежуточная аттестация (сам.раб.)	итоговая аттестация (сам.раб.)		
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
Модуль 1	6			1	8													
Модуль 2	6			1	8													
Модуль 3	6			2	2													
Модуль 4	6			1	8													
Модуль 5	6			1	8													
	5-20			5-20	5-20*													
ИТОГО	**30**			**6**	**34**					**2**							**72**	**2**

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения очная						
Семестр 1					экзамен – письменный	по графику итоговой аттестации

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем												Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам.раб.)	промежуточная аттестация (сам.раб.)	итоговая аттестация (сам.раб.)		
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очно-заочная																		
Модуль 1				1	8						6							
Модуль 2				1	8						6							
Модуль 3				2	2						6							
Модуль 4				1	8						6							

Модуль 5				1	8						6							
	5-20			5-20	5-20*													
ИТОГО				**6**	**34**					**2**	**30**						**72**	**2**

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения очно-заочная						
Семестр 1					экзамен – письменный	по графику итоговой аттестации

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Модуль 1 «Общие сведения о физических и физико-химических методах определения веществ. Электрохимические методы анализа»

Введение. Аналитическая химия как наука, изучающая характеристические свойства веществ, являющиеся проявлением их химического состава, и создающая методы химического анализа. Основные направления развития аналитической химии. Прямые и гибридные методы определения веществ. Элементный, молекулярный и фазовый анализ.

Общие сведения о физических и физико-химических методах определения веществ. Классификация методов по основополагающим характеристическим свойствам и условия их проявления. Аналитический сигнал как измеряемая величина проявления характеристического свойства. Преобразование в электрический сигнал. Относительность аналитических измерений. Метод градуировочного графика и метод добавок. Стандарты. Основные метрологические характеристики методов количественного анализа: чувствительность, воспроизводимость, правильность.

Электрохимические методы анализа. Электрохимическая цепь, происходящие в ней электрохимические процессы и их информативность. Равновесные и неравновесные процессы и соответствующие им методы химического анализа. Потенциометрические методы. Способы измерения разности потенциалов: компенсационный и некомпенсационный. Типы электродов и возможности их аналитического применения. Водородный электрод. Электроды сравнения. Мембранные электроды и принципы их функционирования. Электродная функция, область ее линейности. Понятие селективности. Коэффициент селективности и его определение. Уравнение Нернста-Никольского. Время отклика. Стеклянные, кристаллические и жидкие мембраны и их специфические особенности. Биосенсоры, их применение. Потенциометрическое титрование. Преимущества и недостатки

потенциометрических методов. Техника выполнения потенциометрических измерений. Основные ошибки пользователей. Кондуктометрия. Факторы, определяющие электропроводность растворов электролитов. Аналитические следствия. Удельная электропроводность растворов и специфические особенности ее измерения. Области аналитического применения кондуктометрии. Кондуктометрическое титрование. Кулонометрия. Электролиз растворов. Законы Фарадея. Условия, при которых проявляются аналитические следствия законов Фарадея. Схема кулонометрического анализа. Кулонометрия при постоянном потенциале. Кулонометрия при постоянной силе тока, кулонометрическое титрование. Области примения кулонометрических методов. Вольтамперометрия. Поляризация электродов: концентрационная и кинетическая. Электроды идеально поляризуемые и идеально неполяризуемые. Теоретические основы вольтамперометрии. Уравнение Нернста-Гейровского, уравнение Ильковича. Схема регистрации вольтамперограмм. Процессы, влияющие на характер зависимости силы тока от разности потенциалов, приложенной к электрохимической ячейке. Полярография. Ртутный капающий электрод, его преимущества по сравнению с другими типами индикаторных электродов. Качественный и количественный полярографический анализ. Прямая, инверсионная и косвенная вольтамперометрия. Области применения. Ошибки в проведении вольтамперометрических измерений.

Модуль 2 «Методы атомного спектрального анализа»

Классификация методов, основанных на взаимодействии вещества с электромагнитным излучением. Атомный (оптический) спектральный анализ. Физические основы метода, спектры излучения и поглощения. Атомно-эмиссионная и атомно-абсорбционная спектрометрия, теоретические основы методов и методология качественного и количественного анализа. Общая схема спектрального прибора и назначение основных узлов. Источники света и атомизаторы: принципиальное устройство, области их применения, ограничения в использовании. Аналитическое пламя. Методы холодного пара и генерации гидридов. Электротермическая атомизация. Дуговой разряд. Искровой разряд. Индуктивно-связанная плазма. Микроволновая (СВЧ) плазма. Способы разложения света в спектр и регистрации. Сравнительная оценка аналитических возможностей атомно-абсорбционной и атомно-эмиссионной спектрометрии, их применение в анализе реальных объектов.

Модуль 3 «Рентгеновские методы анализа»

Возбуждение рентгеновского характеристического излучения, систематика рентгеновских спектров. Оже-эффект, выход флуоресценции. Тормозное излучение. Реальные спектры рентгеновских трубок и радиоизотопов. Взаимодействие

рентгеновских фотонов с веществом (закон ослабления, коэффициент ослабления, фотоэлектрическое поглощение, когерентное и некогерентное рассеяние). Дифракция рентгеновского излучения, закон Брегга-Вульфа. Преломление, полное внешнее отражение. Рентгеновские методы анализа (классификация и применение). Разновидности рентгеноспектрального анализа. Способы регистрации и разложения рентгеновского излучения в спектр. Типы рентгеновских детекторов (принципы действия пропорциональных, сцинтилляционных и полупроводниковых детекторов, разрешение и эффективность, области применения). Волново- и энергодисперсионные спектрометры. Блок-схема кристалл-дифракционного спектрометра. Погрешности рентгеноспектральных измерений, аппаратурная погрешность и ее оценка. Основная формула РФА и ее анализ. Матричные эффекты. Расчет содержаний элементов - способы РФА: внешнего стандарта, добавок, внутреннего стандарта, стандарта-фона, фундаментальных параметров, эмпирические уравнения. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Области применения. Методы анализа дальней тонкой структуры в рентгеновских спектрах поглощения (EXAFS, XANES) и их аналитически возможности.

Модуль 4 «Молекулярный спектральный анализ»

Природа молекулярных спектров. Процессы возбуждения молекул и перехода из возбужденного состояния в основное. Абсорбционная молекулярная спектрометрия в видимой и УФ области. Основной закон светопоглощения. Выбор условий образования окрашенного комплекса фотометрирования. Принципиальная схема прибора для молекулярной спектрометрии. Фото- и спектрофотометрия и их аналитическое применение. Основные ошибки пользователей. Люминесцентные методы. Природа люминесценции и способы ее индуцирования. Флуоресценция и фосфоресценция. Спектры люминесценции. Связь интенсивности флуоресценции и концентрации. Факторы, влияющие на интенсивность, причины тушения люминесценции. Закон Стокса, правило Левшина. Принципиальная схема флуориметра. Возможности люминесцентных методов и области их применения.

Модуль 5 «Методы разделения и концентрирования. Гибридные методы анализа»

Разделение и концентрирование как стадии химического анализа. Классификация методов разделения. Принципы объединения методов разделения и определения в гибридных методах анализа. Основные характеристики методов разделения и концентрирования: коэффициент разделения (концентрирования), степень извлечения. Методы разделения, основанные на различиях в распределении веществ между фазами. Основные характеристики: изотерма распределения, коэффициент разделения

и селективности. Хроматографические методы разделения и хроматографические методы анализа. Хроматография как способ осуществления процессов межфазного распределения веществ, варианты сочетания фаз и соответствующие им хроматографические методы. Схемы осуществления хроматографического процесса. Основные характеристики хроматограмм: время и объем удержания, ширина пиков, разрешение пиков. Развитие теории хроматографического процесса: тарелочная и кинетическая теории. Колоночная, капиллярная и тонкослойная хроматография. Основные факторы, влияющие на эффективность хроматографического разделения веществ. Классическая и высокоэффективная хроматография. Хроматографические методы анализа. Принципы сочетания хроматографических методов разделения и методов детектирования в потоке. Схема хроматографа. Газовая и жидкостная хроматография. Применение хроматографии в анализе. Основные задачи, решаемые хроматографическими методами в зависимости от сочетания фаз.

№№ п/п	**Название темы (раздела, части)**	**Вид учебных занятий (очная форма обучения)**	**Вид учебных занятий (очно-заочная форма обучения)**	**Количество часов**
1	Модуль 1. Общие сведения о физических и физико-химических методах определения веществ. Электрохимические методы анализа	лекций	Под руководством преподавателя (с использованием ИКТ)	6
		практических занятий	практических занятий	1
		лабораторных работ (№1,2)	лабораторных работ (№1,2)	8
2	Модуль 2. Методы атомного спектрального анализа.	лекций	Под руководством преподавателя (с использованием ИКТ)	6
		практических занятий	практических занятий	1
		лабораторных работ (№3-5) РЦ МАСВ	лабораторных работ (№3-5)	8
3	Модуль 3. Рентгеновские методы анализа.	лекций	Под руководством преподавателя (с использованием ИКТ)	6
		практических занятий	практических занятий	2
		лабораторных работ (№6-7)РЦ МАСВ	лабораторных работ (№6-7)	2
4	Модуль 4. Молекулярный спектральный анализ	лекций	Под руководством преподавателя (с	6

			использованием ИКТ)	
		практических занятий	практических занятий	1
		лабораторных работ (№8)	лабораторных работ (№8)	8
5	Модуль 5. Методы разделения и концентрирования. Гибридные методы анализа.	лекций	Под руководством преподавателя (с использованием ИКТ)	6
		практических занятий	практических занятий	1
		лабораторных работ (№9,10) РЦ МАСВ	лабораторных работ (№9,10)	8
6	Итоговая аттестация	экзамен	экзамен	2

*Все разделы программы могут осваиваться обучающимися в очной, либо в очно-заочной форме (по предварительному согласованию для укомплектованных групп, направляемых организациями).

Перечень лабораторных работ :

Модуль 1:

№1. «Определение жесткости воды методом потенциометрического титрования» (выполняют по двое за одним прибором, в зале 3027, УТООП*)

№2. «Определение содержания тяжелых металлов (свинца и кадмия) в пробах зерна методом инверсионной вольтамперометрии» (выполняют по двое за одним прибором в зале 3069)

Модуль 2:

№3. «Определение металлов в жидких пробах методом атомно-эмиссионной (или атомно-абсорбционной) спектрометрии с пламенем» (вся группа сразу, в зале 1041-1043, РЦ МАСВ**)

№4. «Определение металлов в жидких пробах методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой» (вся группа сразу, в зале 1041-1043, РЦ МАСВ)

№5. «Определение металлов в жидких пробах методом атомно-абсорбционной спектрометрии с электротермической атомизацией» (вся группа сразу, в зале 1041-1043, РЦ МАСВ)

Модуль 3:

№6. «Качественный и полуколичественный элементный анализ порошковых проб методом рентгенофлуоресцентной спектроскопии» (работа выполняется по двое за одним прибором, в зале 1041, РЦ МАСВ**)

№7. «Количественный рентгенофлуоресцентный анализ методом внешнего стандарта» (работа выполняется по двое за одним прибором, в зале 1041, РЦ МАСВ**)

Модуль 4:

№ 8. «Определение содержания общего железа в питьевой воде методом спектрофотометрии» (выполняют по двое за одним прибором, в зале 3034, УТООП)

Модуль 5:

№ 9. «Определение бутиловых спиртов в смеси методом внутренней нормализации» (выполняют по двое за одним прибором, в зале 1039, РЦ МАСВ**)

№ 10. «Выбор оптимальных условий разделения и количественное определение фенола и крезолов методом ОФ ВЭЖХ» (выполняют по двое за одним прибором, в зале 1039, РЦ МАСВ**)

*Управления технического обеспечения образовательных программ

**Ресурсный центр «Методы анализа состава вещества» Научного парка СПбГУ

Для проведения лабораторных работ используется материально-техническая база и оборудование Кафедры аналитической химии Института химии СПбГУ и Ресурсного центра «Методы анализа строения вещества» Научного парка СПбГУ Для проведения лабораторных работ помещение должно быть оснащено общелабораторным оборудованием: системой вытяжной вентиляции, дистилляторами, электронными весами, химической посудой, электронагревательными плитами, сушильными шкафами, муфельными печами.

Выполнение лабораторных работ требует использования следующего аналитического оборудования (включая оборудование Ресурсного центра «Методы анализа состава вещества» Научного Парка СПбГУ):

Для работ в рамках модуля 1:

- анализатор вольтамперометрический TA-Lab (ООО «НПП "Томьаналит"», Россия;
- автоматический потенциометрический титратор АТП-02 (ЗАО «Аквилон», Россия);

Для работ в рамках модуля 2:

- атомно-абсорбционный спектрофотометр с двойной системой атомизации (пламенная и электротермическая) AA-7000 («SHIMADZU», Япония);
- оптический эмиссионный спектрометр с индуктивно-связанной плазмой ICPE-9000 («SHIMADZU», Япония).

Для работ в рамках модуля 3:

- энергодисперсионный рентгенофлуоресцентный спектрометр EDX-800P («SHIMADZU», Япония);

Для работ в рамках модуля 4:

- спектрофотометр СФ-102 (ООО "НПО Интерфотофизика", Россия);

Для работ в рамках модуля 5:

- жидкостный хроматограф «Стайер» (ЗАО «Аквилон», Россия);
- газовый хроматограф «Хроматэк-Кристалл 5000» (ЗАО СКБ "Хроматэк", Россия).

Выполнение лабораторных работ требует использования следующего вспомогательного оборудования (включая оборудование Ресурсного центра «Методы анализа строения вещества» Научного Парка СПбГУ): деионизатор, устройство для фильтрации и дегазации подвижной фазы, установка для твердофазной экстракции, ротационный испаритель, центрифуга, ультразвуковая ванна, микроволновая система минерализации, иономер.

РАЗДЕЛ 3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1. Методические указания по освоению дисциплины

Для освоения дисциплины обучающемуся необходимо прослушать курс лекций, выполнить лабораторные работы и оформить отчёты о работах, обсудить теоретические вопросы и практические проблемы за «круглым столом». Теоретический материал изучается с помощью презентации лекций, учебных пособий, подготовленных преподавателями и дополнительной литературы. Лабораторные работы проводятся, в том числе, с использованием оборудования и реактивов Ресурсного центра «Методы анализа состава вещества» Научного парка СПбГУ.

Методические указания планируемых в РЦ МАСВ лабораторных работ предоставляются и согласовываются с директором РЦ МАСВ не позднее, чем за 1 месяц до планируемого начала работ в РЦ.

3.1.2. Методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа программой не предусмотрена.

3.1.3. Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Контроль успеваемости и качества усвоения учебного материала заключается в проведении итоговой аттестации в форме экзамена по окончанию обучения в виде тестирования. Критерии оценки: «отлично» – 100-81% правильных ответов, «хорошо» – 80-61%, «удовлетворительно» – 60-41%.

3.1.4. Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

Методические материалы для текущего контроля успеваемости и итоговой аттестации включают:

- перечень вопросов для итоговой аттестации;

Примеры вопросов итогового теста:

1. Метод определения элементного состава веществ, основанный на регистрации атомного спектра излучения анализируемой пробы после ее атомизации и возбуждения атомов – это …

- атомно-абсорбционный спектральный анализ.
- атомно-эмиссионный спектральный анализ.
- рентгено-флуоресцентный анализ.
- спектрофотометрия.

2. Наименее токсичным электродом сравнения является:

- каломельный.
- хлорсеребряный.
- таламидный.
- ни один из перечисленных электродов не является токсичным.

3. Ложным утверждением является:

- Полярография – одна из разновидностей вольтамперометрии, в которой в качестве индикаторного используется ртутный капающий электрод.
- Вольтамперометрия – это равновесный электрохимический метод.
- Инверсионная вольтамперометрия является одним из наиболее чувствительных методов анализа.
- Все утверждения верны.

4. В атомно-абсорбционном анализе не используется:

- пламенная атомизация.
- электротермическая атомизация.
- индуктивно-связанная плазма.
- метод холодного пара.

5. В качестве детектора в состав рентгеновского флуоресцентного спектрометра может входить:

- пропорциональный счётчик.
- сцинтилляционный счётчик.

- полупроводниковый детектор.
- Все перечисленные варианты ответов верны.

6. Выражением закона Бугера-Ламберта-Бера является:

- $A = \lg {I_0}/{I} = \varepsilon Cl$
- $E = E^0 + \frac{RT}{zF} \ln a_i$
- $A = \lg {I_0}/{I} = \varepsilon C$
- $A = \lg {I_0}/{I} = \varepsilon ClR$

7. Выберите тип газохроматографического детектора, который не является универсальным:

- Катарометр.
- Электронозахватный.
- Плотномер.
- Масс-спектрометрический.

8. Неполярным растворителем является:

- Изопропанол.
- Гексан.
- Ацетон.
- Тетрагидрофуран.

3.1.5. Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Анкетирование студентов проводится в анонимном режиме с привлечением системы поддержки образовательного процесса Blackboard. Пример анкеты приведен ниже.

Пожалуйста, выберите наиболее подходящий вариант ответа.

1. Изложенный материал соответствует аннотации курса и/или РПД

Да	Скорее да	Скорее нет	Нет	Затрудняюсь ответить

2. Преподаватель излагает материал ясно и доходчиво

Да	Скорее да	Скорее нет	Нет	Затрудняюсь ответить

3. Курс является интересным, полученные знания пригодятся мне в будущем

Да	Скорее	Скорее	Нет	Затрудняюсь

	да	нет		ответить

4. Когда я выбирал этот курс, я ожидал другого

Да	Скорее да	Скорее нет	Нет	Затрудняюсь ответить

Пожалуйста, прокомментируйте Ваш ответ.

5. Курс более чем на 80% содержит новую для меня информацию

Да	Скорее да	Скорее нет	Нет	Затрудняюсь ответить

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список обязательной литературы:

Обязательная литература не предусмотрена.

3.4.2. Список дополнительной литературы:

Для тем модуля 1:

- Аналитическая химия / *Под ред. Л.Н. Москвина*. В 3-х т. М.: Издательский центр «Академия», 2008.
- *М. Отто* Современные методы аналитической химии, пер. с немецкого, том.1, М.. Техносфера, 2003, 407 с.
- *Дж. Плэмбек* Электрохимические методы анализа, М., Мир, 1985,504 с.
- Полярография и вольтамперометрия. Теоретические основы и аналитическая практика / *Г. Хенце*; пер. с нем. А.В. Гармаша и А.И. Каменева. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 284 с.
- Электроаналитические методы. Теория и практика / Под ред. Ф. Шольца; Пер. с англ. *Под ред. В.Н. Майстренко*. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 326 с.
- Основы современного электрохимического анализа / *Будников Г.К., Майстренко В.Н., Вяселев М.Р.* – М.: Мир, 2003
- Химические и биологические сенсоры / *Эггинс Б.* М.: Техносфера, 2005. - 366 с.

Для тем модуля 2:

- Аналитическая химия / Под ред. Л.Н. Москвина. В 3-х т. М.: Издательский центр «Академия», 2008.
- *А.И. Дробышев* Основы атомного спектрального анализа, СПб.: Издательство СПбГУ. 2005. 200 с.
- Спектральный анализ чистых веществ. *Под ред. Х.И. Зильберштейна*, СПб.: Химия. 1994. 336 с.

- *А.А. Пупышев* Атомно-абсорбционный спектральный анализ, М.: Техносфера. 2009. 783 с.
- *С.С. Савинов, А.И. Дробышев, Н.А. Зверьков, А.Д. Титова* Высокочувствительные инструментальные методы анализа. Учебно-методическое пособие. Санкт-Петербург: ВВМ, 2016. 85 с.

Для тем модуля 3:

- Аналитическая химия / *Под ред. Л.Н. Москвина*. В 3-х т. М.: Издательский центр «Академия», 2008.
- *В.П. Афонин, Т.Н. Гуничева, Л.Ф. Пискунова*. Рентгенофлуоресцентный силикатный анализ. Новосибирск, 1984. 227 с.
- *А.В. Бахтиаров*. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ в геологии и геохимии. Л., 1985. 144 с.
- *А.Г. Ревенко*. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ природных материалов. Новосибирск, 1994. 264 с.
- *М.А. Блохин, И.Г. Швейцер*. Рентгеноспектральный справочник. М., 1982. 376 с.
- *В.П. Афонин, Н.И. Комяк, В.П. Николаев, Р.И. Плотников*. Рентгенофлуоресцентный анализ. Новосибирск: Наука. Сиб. Отд-ние, 1991. – 176 с.

Для тем модуля 4:

- Аналитическая химия / *Под ред. Л.Н. Москвина*. В 3-х т. М.: Издательский центр «Академия», 2008.

Для тем модуля 5:

- Аналитическая химия / *Под ред. Л.Н. Москвина*. В 3-х т. М.: Издательский центр «Академия», 2008.
- «Основы аналитической химии» Книга 1. Общие вопросы. Методы разделения. *Под ред. академика Золотова Ю.А.* М.: Высшая школа. 1999 г.
- Аналитическая хроматография / *К.И. Сакодынский, В.В. Бражников, С.А. Волков и др.* М.: Химия 1993. 464 с.
- Практическая газовая и жидкостная хроматография /*Б.В. Столяров, И.М. Савинов, А.Г. Витенберг и др.* СПб: Изд-во СпбГУ.
- *Л.Н. Москвин, Л.Г. Царицына* «Методы разделения и концентрирования в аналитической химии». Л.:Химия. 1991 г.
- Высокоэффективная газовая хроматография / *под ред. К. Хайвер*. М.: «Мир», 1993.
- Практическое руководство по жидкостной хроматографии / *К.С. Сычев*. «Техносфера», 2010, 280 с.

- Жидкостная хроматография / *Ханс Хенке*. «Техносфера», 2009, 264 с.
- Хроматография. Инструментальная аналитика. Методы хроматографии и капиллярного электрофореза / *Юрген Беккер*. «Техносфера», 2009, 472 с.
- Растворители для ВЭЖХ / *П. Садек*. «Бином. Лаборатория знаний.», 2006, 704 с.
- Практическая газовая хроматография / *Н.И. Царев, В.И. Царев, И.Б. Катраков*. Барнаул: Издательство Алтайского государственного университета. 2000.

3.4.3. Перечень иных информационных источников

Реферативные базы научных публикаций:

- http://www.webofknowledge.com/ (реферативная база на английском языке)
- http://www.sciencedirect.com/ (реферативная база на английском языке)
- http://elibrary.ru/ (реферативная база на русском языке)

Доступ к базам данных возможен через сайт Научной библиотеки СПбГУ (http://www.library.spbu.ru/) по индивидуальному логину и паролю.