

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО КНИТУ)**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР

А.В. Бурмистров

«16»

2019 г.



Программа кандидатского экзамена

02.00.02 «Аналитическая химия»

Казань, 2019 г.

Составители программы:

Доцент кафедры АХСМК



Ситникова Е.Ю.

Профессор кафедры АХСМК



Сопин В.Ф.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АХСМК

протокол от 4.04 2019 г. № 8

Заведующий кафедрой АХСМК



Сопин В.Ф.

Утверждена на Ученом совете факультета нефти и нефтехимии

протокол № 8 от 9.04 2019 г.

Программа кандидатского экзамена по специальности.

1. Предмет, цели и задачи аналитической химии.
2. Организация аналитической службы, ее функции.
3. Виды химического анализа.
4. Методы аналитической химии, их классификация. Основные характеристики методов.
5. Факторы, которые следует принять во внимание при выборе метода анализа.
6. Параметры, исследуемые в процессе валидации методики. Схема процесса валидации методики.
7. Содержание понятие «лучшая лабораторная практика» и способы ее достижения.
8. Меры, позволяющие обеспечить качество аналитических результатов.
9. Принципы построения и интерпретации контрольных карт для мониторинга качества аналитических измерений.
10. Принципы надлежащей практики составления отчетов об аналитических результатах.
11. Титриметрические методы, классификация. Приемы титрования. Кривые титрования. Точка эквивалентности, конечная точка титрования и методы ее индикации.
12. Кислотно-основное равновесие. Использование протолитической теории для описания равновесий. Константы кислотности и основности. Буферные растворы.
13. Кислотно-основное титрование. Первичные стандартные растворы для установления концентрации растворов кислот и щелочей. Кривые титрования для одно- и многоосновных систем. Индикаторы.
14. Окислительно-восстановительное равновесие. Уравнение Нернста. Стандартные и реальные (формальные) потенциалы. Константы равновесия. Направление протекания окислительно-восстановительных реакций.
15. Окислительно-восстановительное титрование. Кривые титрования. Индикаторы.
16. Комплексообразование. Типы комплексных соединений, используемых в химическом анализе. Ступенчатое комплексообразование. Константы устойчивости.
17. Комплексометрическое титрование. Использование аминополикарбоновых кислот в комплексометрии. Металлохромные индикаторы.
18. Процессы осаждения-растворения. Равновесия в системе жидкость - твердая фаза. Растворимость. Произведение растворимости. Условия полного осаждения и растворения осадков.

19. Гравиметрические методы. Требования, предъявляемые к осадкам. Важнейшие неорганические и органические осадители.
20. Осадительное титрование. Кривые титрования. Методы индикации конечной точки титрования. Индикаторы.
21. Термические методы. Термические эффекты как причина или следствие химических реакций, фазовых и структурных превращений. Прямые термические методы анализа. Энтальпиметрия (калориметрия), термический анализ, термогравиметрия, катарометрия.
22. Электрохимические методы, их классификация. Основные процессы, протекающие на электродах в электрохимической ячейке. Кинетика электрохимических процессов. Поляризационная кривая.
23. Потенциометрия. Прямые и косвенные потенциометрические методы. Ионометрия. Типы ионселективных электродов и их характеристики. Ферментные и газочувствительные электроды. Потенциометрическое титрование с неполяризованными и поляризованными электродами.
24. Кондуктометрия. Эквивалентная и удельная электропроводность. Подвижность ионов. Низкочастотная кондуктометрия: прямой метод и кондуктометрическое титрование.
25. Кулонометрия. Прямая потенциостатическая и гальваностатическая кулонометрия. Кулонометрическое титрование.
26. Вольтамперометрия. Характеристики вольтамперограмм, используемые для изучения и определения органических и неорганических соединений. Инверсионная вольтамперометрия и ее применение в анализе. Прямые и косвенные вольтамперметрические методы.
27. Электрогравиметрия. Электролиз при контролируемом потенциале и при заданной величине тока. Применение электролиза для разделения компонентов смеси и их количественного определения.
28. Сорбционные методы. Классификация по механизму взаимодействия вещества с сорбентом, способу осуществления процесса, геометрическим признакам неподвижной фазы. Количественное описание сорбционных процессов. Сорбенты.
29. Газо-жидкостная хроматография. Требования к носителям и неподвижным жидким фазам. Влияние природы жидкой фазы и разделяемых веществ на эффективность разделения.
30. Газовая хроматография. Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) хроматография. Изотермы адсорбции. Требования к газам-носителям и адсорбентам. Влияние температуры на удерживание и разделение. Детекторы.
31. Высокоэффективная капиллярная газовая хроматография.

32. Ионообменная хроматография. Неорганические и органические ионообменники и их свойства. Комплексообразующие ионообменники. Кинетика и селективность ионного обмена.
33. Ионная хроматография. Двухколоночный и одноколоночный варианты метода. Сорбенты. Детекторы.
34. Методы разделения и концентрирования, их классификация. Процессы и реакции, лежащие в основе методов. Термодинамические и кинетические характеристики разделения и концентрирования.
35. Экстракция. Основные количественные характеристики: константа распределения, коэффициент распределения, константа экстракции, фактор разделения. Классификация экстракционных процессов.
36. Спектрофотометрия. Электронные спектры и энергетические переходы в молекулах. Способы монохроматизации светового потока. Пути повышения избирательности определения. Способы определения концентрации веществ. Спектрофотометрическое титрование.
37. Методы атомной оптической спектроскопии. Атомные спектры эмиссии, поглощения и флуоресценции. Резонансное поглощение. Самопоглощение, ионизация. Аналитические линии.
38. Атомно-абсорбционная спектрометрия. Источники излучения. Пламенная атомизация. Характеристики пламени и их выбор. Электротермическая атомизация. Способы подготовки пробы.
39. Методы молекулярной оптической спектроскопии. Молекулярные спектры поглощения, испускания. Основные законы светопоглощения и испускания. Поляризация и оптическая активность.
40. Кинетические методы. Индикаторные реакции, индикаторные вещества. Дифференциальный и интегральный варианты методов. Каталитический и некаталитический варианты методов.
41. Нефелометрия и турбидиметрия. Фотоакустическая спектроскопия. Поляриметрия.
42. Методы рентгеноспектрального анализа (РСА), их классификация. Основные свойства и характеристики рентгеновского излучения. Закон Мозли. Зависимость выхода рентгеновской флуоресценции от атомного номера элемента. Факторы, определяющие интенсивность флуоресценции.
43. Абсорбционный рентгеноспектральный анализ. Поглощение рентгеновского излучения. Зависимость коэффициента поглощения от атомной массы и порядкового номера элемента.

44. Атомно-флуоресцентная спектроскопия. Способы возбуждения атомов.
45. Люминесцентные методы. Виды люминесценции. Флуоресценция и фосфоресценция. Основные закономерности молекулярной люминесценции. Тушение люминесценции.
46. Масс-спектрометрия. Основные способы образования ионов. Изотопное разбавление в масс-спектрометрии. Локальный и послойный анализ. Хромато-масс-спектрометрия. Типы масс-анализаторов: динамические, статические, времяпролетные.
47. Методы магнитного резонанса ядер и электронов. Магнитно-дипольные переходы. Механизмы релаксации: спин-решеточная и спин-спиновая релаксация. Гиромагнитное отношение.
48. ЯМР-спектроскопия: магнитный момент ядра и его взаимодействие с магнитным полем; реализация магнитного резонанса; химический сдвиг и спин-спиновое взаимодействие.
49. ЭПР-спектроскопия: положение резонансного сигнала и g-фактора; электрон-ядерное, электрон-электронное взаимодействие и сверхтонкая структура спектра ЭПР.
50. ИК- и рамановская (комбинационного рассеяния) спектроскопия. Колебательные и вращательные спектры. Спектроскопия внутреннего отражения. Спектроскопия с нарушенным полным внутренним отражением. Поглощение в микроволновой области.
51. Радиохимические методы: методы радиоактивных индикаторов и изотопного разбавления.
52. Биологические методы. Индикаторные организмы, их типы. Аналитический сигнал и способы его регистрации. Определение физиологически неактивных соединений (химико-биологические методы).
53. Биохимические методы. Ферментативные индикаторные реакции. Химическая природа и структура ферментов. Имобилизованные ферменты. Биосенсоры и ферментные электроды. Сущность иммунных методов. Методы регистрации аналитического сигнала в биохимических и иммунных методах.

Учебно-методическое и информационное обеспечение программы кандидатского экзамена.

Основная литература:

№	Основные источники информации	Кол-во экз.
1.	Мовчан Н.И. Аналитическая химия: Учебник. – 1. – Москва: ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2016. – 394 с. - ISBN 978-5-16-009311-6.	ЭБС «ZNANIUM.COM» http://znanium.com/go.php?id=431581 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
2.	Жебентяев А.И. Аналитическая химия. Химические методы анализа: Учебное пособие. – 2. – Москва; Минск: ООО	ЭБС «ZNANIUM.COM» http://znanium.com/go.php?id=419626 Доступ из любой точки интернета после

	«Научно-издательский центр ИНФРА-М»: ООО «Новое знание», 2014. – 542 с. – Для студентов высших учебных заведений. - ISBN 978-5-16-004685-3.	регистрации с IP-адресов КНИТУ
3.	Мовчан, Н.И. Аналитическая химия: физико-химические и физические методы анализа [учебники]: учеб. пособие/ Казан. нац. исслед. технол. ун-т; Н.И. Мовчан [и др.]. – Казань, 2013. – 233, [3] с.: ил., табл. – Библиогр.: с.232 (9 назв.). – ISBN 978-5-7882-1454-2.	70 экземпляров в УНИЦ КНИТУ
4.	Золотов Ю.А. Введение в аналитическую химию / Золотов Ю.А. – Москва: Лаборатория знаний (ранее «БИНОМ. Лаборатория знаний»), 2016. - ISBN 978-5-93208-215-7.	ЭБС «Лань» http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=84079 Доступ с IP-адресов КНИТУ
5.	Горбунова Т.С. Измерения, испытания и контроль. Методы и средства [Учебники]: учеб. пособие/ Казан. нац. исслед. технол. ун-т.- Казань: Изд-во КНИТУ, 2012.- 105, [1] с.: ил. – Библиогр.: с.104 (12 назв.). - ISBN 978-5-7882-1321-7.	180 экз.в УНИЦ КНИТУ
6.	Дресвянников А.Ф. Физические основы измерений [Электронный ресурс]: учеб. пособие/ Казан. гос. технол. ун-т; А.Ф.Дресвянников, Е.В.Петрова, Е.А.Ермолаева. – Казань: КНИТУ, 2008. – 305 с.: ил. – ISBN 978-5-7882-0562-5.	ЭБ УНИЦ http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-Drecwjanirow_fizocnizm.pdf Доступ с IP-адресов КНИТУ
7.	Физико-химические методы анализа [Электронный ресурс]: Практикум/В.Д. Вало́ва (Копы́лова), Л.Т. Абеса́дзе - М.: Дашков и К, 2016.	ЭБС «Консультант студента» http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394017513.html Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
8.	Вало́ва (Копы́лова), В. Д. Физико-химические методы анализа: Практикум/В. Д. Вало́ва (Копы́лова), Л. Т. Абеса́дзе. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2012. - 224 с.	ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=430532 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
9.	Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические	ЭБС «Консультант студента»

	(инструментальные) методы анализа: учебник/ Ю. Я. Харитонов. - 6-е изд., испр. и доп. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 656 с.	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429419.html Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
--	--	---

Дополнительная литература:

№	Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1.	Основы аналитической химии: В 2 кн. /под ред. Ю.А.Золотова. Кн.1: Общие вопросы. Методы разделения [Учебники]. – 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 2000. – 352 с.: ил., табл. – Авт. указ. на обороте тит. л. – Библиогр.: с.342-344. - ISBN 5-06-003558-1. - ISBN 5-06-003560-3.	1471 экз. в УНИЦ КНИТУ
2.	Основы аналитической химии: В 2 кн. /под ред. Ю.А.Золотова. Кн.1: Общие вопросы. Методы разделения [Учебники]. – 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 2002. – 352 с.: ил., табл. – Авт. указ. на обороте тит. л. – Библиогр.: с.342-344. Предм. указ.: с.345-348. - ISBN 5-06-003558-1.	2 экз. в УНИЦ КНИТУ
3.	Основы аналитической химии: В 2 кн. /под ред. Ю.А.Золотова. Кн.2: Методы химического анализа [Учебники]. – 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 2000. – 494 с.: ил., табл. – Библиогр.: с.482-485. Предм. указ.: с.486-491. - ISBN 5-06-003559-X – ISBN 5-06-003560-3.	1479 экз. в УНИЦ КНИТУ
4.	Мовчан Н.И., Горюнова С.М., Горбунова Т.С. Основы метрологии, стандартизации и сертификации [Учебники]: учеб. пособие/ Н.И. Мовчан, С.М. Горюнова, Т.С. Горбунова; Казан. гос. технол. Ун-т.- Казань, 2006.- 238, [2] с.: ил., табл. – Библиогр.: с.196 (13 назв.). - ISBN 5-7882-0329-5.	236 экз. в УНИЦ КНИТУ
5.	Физические методы исследования и их практическое применение в химическом анализе / Н.Г. Ярышев, Ю.Н. Медведев, М.И. Токарев и др. - Издание второе, переработанное и дополненное. - М.: Прометей, 2015. - 196 с.	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=426720 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ

6.	Газенаур, Е.Г. Методы исследования материалов : учебное пособие / Е.Г. Газенаур, Л.В. Кузьмина, В.И. Крашенинин. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2013. - 336 с.	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232447 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
7.	Современные методы определения химических элементов: учебное пособие / М. Скальная, Е. Лакарова, А. Скальный, Т. Бурцева - Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2010. - 164 с.	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259354 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
8.	Криштафович, В.И. Физико-химические методы исследования: учебник / В.И. Криштафович, Д.В. Криштафович, Н.В. Еремеева. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016. - 208 с.	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=453028 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека, система РИНЦ.
2. <http://ellib.gpntb.ru/> - Электронная библиотека ГПНТБ России.
3. <http://cyberleninka.ru/about> - Научная библиотека открытого доступа «КиберЛенинка».
4. <http://w\\w.scintific.narod.ru/index.htm> - Каталог научных ресурсов. В данном разделе собраны ссылки на специализированные научные поисковые системы, электронные архивы, средства поиска статей и ссылок.
5. GoogleScholar - Поисковая система по научной литературе. Включает статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций.
6. <http://neicon.ru> - Национальный электронно-информационный консорциум НЭИКОН.
7. <http://uisrussia.msu.ru> - Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ) создана и поддерживается как база электронных ресурсов для исследований и образования в области гуманитарных наук и с 2000 года открыта для коллективного доступа университетов, вузов, научных институтов РФ и специалистов.
8. <http://ruslan.kstu.ru> - Электронный каталог УНИЦ КНИТУ.
9. <http://www.rsl.ru> - Российская государственная библиотека.
10. <http://e.lanbook.com> - ЭБС «Лань».