Правительство Российской Федерации
Санкт-Петербургский государственный университет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Метрологическое обеспечение аналитических работ

Metrological Support of Analytical Procedurs

Язык обучения

русский

Трудоёмкость (границы трудоёмкости) в зачетных единицах: 2

Регистрационный номер рабочей программы: 050860

Санкт-Петербург
2017

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 в области оценки и контроля качества работ аналитических лабораторий, современного законодательства РФ и нормативных документов, касающихся метрологии.

Поставленные цели достигаются путём решения следующих задач учебных занятий:

- Ознакомление ведущих специалистов аналитических и испытательных лабораторий промышленных предприятий и научно-исследовательских институтов с основными положениями законодательства РФ и нормативными документами в области обеспечения единства измерений и области оценки соответствия.
- Формирование навыков самостоятельного выбора алгоритмов контроля для подтверждения достоверности результатов измерений и испытаний при внедрении методик (методов) в конкретных лабораториях.

Полученные в период обучения знания и приобретенный опыт должны повысить профессиональный уровень (квалификацию) сотрудников аналитических (исследовательских и производственных) лабораторий предприятий и учреждений.

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 первичные навыки работы на персональном компьютере.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes): совершенствование компетенций, необходимых для профессиональной деятельности специалиста-химика в области аналитической химии и стандартизации методов химического анализа и контроля .

ДК-1. способность и готовность к осуществлению метрологического контроля проведения измерений количественного химического анализа

ДК-2. способность и готовность к осуществлению метрологического обеспечения создания и внедрения аналитических методик

Знания, умения, навыки, осваиваемые обучающимся:

Обучающийся должен иметь представление:

- об основных требованиях, предъявляемых к аналитическим лабораториям , осуществляющим контроль качества продукции различных производств

Обучающийся должен знать:

- основные требования текущего Федерального законодательства к деятельности аналитических лабораторий;
- требования, предъявляемые к методикам измерений;
- химические, физико-химические и физические принципы аналитических методов, применяющихся для контроля качества продукции;
- основные понятия и термины, применяемые при аттестации методик измерений;
- классификацию методик в зависимости от сферы применения;
- цели и задачи контроля качества результатов анализа;

Обучающийся должен уметь:

- оценить пригодность методик анализа;
- провести процедуры оценки характеристик погрешности;
- провести контроль стабильности результатов анализа
- провести проверку квалификации лабораторий посредством межлабораторных сравнительных испытаний.

Обучающийся должен отработать навык:

- разработки и проведения процедур внедрения стандартизованных методик анализа;
- выбора форм проведения контроля качества;
- проведения внутрилабораторного оперативного контроля процедур анализов;
- расчётов параметров контрольных карт.

1.4. Перечень активных и интерактивных форм учебных занятий:

Активные формы обучения:

- изложение теоретического материала с использованием электронной версии курса лекций;
- проведение практических занятий по применению и стандартизации различных аналитических методик.

Интерактивные формы:

- представление каждым обучающимся реальных задач, с которыми он сталкивается в своей лабораторной практике;
- совместный разбор и активное участие каждого слушателя при обсуждении представленных практических задач.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Период обучения (модуль)	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																		
очно-заочная форма обучения																		
Семестр 1	24		2	8						2	4		32					2
	10-30			10-30						10-30	10 - 30							
ИТОГО	**24**		**2**	**8**						**2**	**4**		**32**					**72**

Формы текущего контроля успеваемости, виды промежуточной и итоговой аттестации			
Период обучения (модуль)	Формы текущего контроля успеваемости	Виды промежуточной аттестации	Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ			
очно-заочная форма обучения			
Семестр 1			экзамен

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Основной курс **Основная траектория** **Очно-заочная форма обучения**
Период обучения (модуль): **Семестр 1**

№№ п/п	Название темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
1	Введение в теоретическую и законодательную и метрологию. Нормативная база метрологического обеспечения количественного химического анализа.	лекций	2
		с.р. под руководством	1
		С.р. с метод. материалами	7
2	Основы теоретической метрологии. Случайные и систематические погрешности в химическом анализе.	лекций	4
		практических занятий	2
3	Требования к методикам измерений (испытаний) анализа (с учетом положений ГОСТ Р). Показатели качества методик анализа. Оценка пригодности методик анализа	лекций	2
		с.р. под руководством	1
		С.р. с метод. материалами	7
4	Внедрение стандартизованных методик анализа в лаборатории. Нормативные документы, регламентирующие методику анализа.Экспериментальное подтверждение соответствия процедуры анализа требованиям НД.	лекций	4
		практических занятий	2
5	Цели и задачи контроля качества результатов анализа. Формы проведения.	лекций	2
		с.р. под руководством	1
		С.р. с метод. материалами	2
6	Внутрилабораторный оперативный контроль процедуры анализа.	лекций	2
		С.р. с метод материалами	2
7	Контроль стабильности результатов анализа с применением контрольных карт.	лекций	2
		практических занятий	2
		С.р. с метод. материалами	5
8	Периодическая проверка подконтрольности процедуры выполнения анализа и выборочный статистический контроль	лекций	2
		практических занятий	2
9	Организация контроля в рамках Системы менеджмента качества лаборатории, отвечающей требованиям ГОСТ Р ИСО	лекций	2
		С.р. под руководством	1
		С.р. с метод материалами	9
10	Проверка квалификации лабораторий посредством межлабораторных сравнительных испы-	лекций	2

	таний.		
12	Итоговая аттестация	консультация	2
		экзамен	2

Раздел 1. Введение в теоретическую и законодательную метрологию.
Химический анализ как метрологическая процедура. Основные положения законодательной метрологии в сфере химического анализа: федеральные законы о единстве измерений, техническом регулировании и об аккредитации в национальной системе аккредитации. Физические величины, виды физических величин. Понятие измерения. Единицы физических величин, единицы концентрации. Постулаты метрологии. Понятия погрешности и неопределенности результата измерений. Элементы измерительного процесса. Классификация измерений. Результат измерения и его основные характеристики: точность, правильность, прецизионность. Классификация погрешностей.
Раздел 2. Основы теоретической метрологии. Случайные и систематические погрешности в химическом анализе.
Сущность случайных погрешностей. Понятие случайной величины. Функции распределения случайных величин, параметры распределения и их свойства. Доверительный интервал и доверительная вероятность. Генеральная и выборочная совокупность значений случайной величины, генеральные и выборочные параметры распределения. Определение вида распределения случайной величины. Распределение хи-квадрат. Основные виды распределения случайных величин. Нормальное распределение, нормированное нормальное распределение. Статистика малых выборок, распределение Стьюдента. Логнормальное распределение и его значение для химического анализа. Равномерное распределение. Обнаружение и исключение промахов, неравенство Чебышева. Статистическая оценка предела обнаружения методики химического анализа, нижняя граница диапазона определяемых концентраций. Обработка результатов нескольких серий измерений. Критерии Фишера, Кохрана , Бартлета. Выявление тренда в серии измерений.
Причины возникновения и классификация систематических погрешностей. Расчетный способ оценки систематических погрешностей на основе закона сложения предельных погрешностей теории ошибок, погрешность косвенных измерений. Систематические погрешности средств измерения в химическом анализе. Погрешность мерной посуды. Средства хранения и воспроизведения единиц физических величин. Эталоны, стандартные образцы состава и аттестованные смеси веществ, погрешность приготовления растворов. Систематическая погрешность метода. Систематические погрешности основных методов количественного анализа: абсолютной градуировки, внешнего стандарта, стандартных добавок, внутреннего стандарта. Расчет суммарной систематической и общей погрешности анализа. Форма представления результатов измерений и правила их округления. Основные принципы минимизации систематических погрешностей химического анализа.

Раздел 3. Требования к методикам измерений (испытаний) анализа, (с учетом положений ГОСТ Р). Оценка пригодности методик анализа. Показатели качества методик анализа.

Анализ основных понятий и терминов, применяемых при аттестации методик измерений, испытаний и контроля. Классификация методик в зависимости от сферы применения и характера получаемой информации об определяемой характеристике (параметре). Отличительные признаки методик: методики измерений, методики испытаний, методики измерительного контроля. Методики, внесенные в руководства по эксплуатации средств измерений.

Процедуры установления и подтверждения соответствия методики предъявляемым к ней метрологическим требованиям, включающие экспериментальное и (или) теоретическое исследование и оценивание метрологических характеристик методики. Способы нормирования и представления метрологических характеристик методик, правила представления результатов измерений, испытаний и измерительного контроля.

Процедуры оценки характеристик погрешности как составляющая часть аттестации.

Современные понятие неопределенности химических измерений согласно GUM (серии стандартов ГОСТ Р).

Оценивание показателей неопределенности по данным о правильности и прецизионности на основе ГОСТ Р ИСО.

Процедуры подтверждения правильности использования методики анализа в лаборатории в случае применения подхода к оценке показателей качества на основе неопределенности

Раздел 4. Внедрение стандартизованных методик анализа в лаборатории, включая экспериментальное подтверждение соответствия процедуры анализа требованиям НД**,** регламентирующего методику анализа**.**

Исходная статистическая модель ГОСТ Р ИСО 5725. Неопределенности оценок среднеквадратичных отклонений прецизионности (повторяемости и воспроизводимости) и правильности.

Характеристики методик, определяемые при оценке их пригодности (валидации) при их применении в конкретной лаборатории. Диапазон измерений по определяемому показателю, влияющие факторы пробы, предел обнаружения. Специфические характеристики: избирательность, чувствительность, извлечение, линейность, разрешение, устойчивость к внешним воздействиям и т.п. Показатели качества методики: прецизионность (предел повторяемости, предел внутрилабораторной прецизионности, предел воспроизводимости), правильность (смещение или границы систематической погрешности), неопределенность (точность): расширенная неопределенность или приписанные характеристики погрешности - границы суммарной погрешности.

Подтверждение возможности правильного использования стандартизованных методик в лабораториях. Внедрение стандартизованных методик, подтверждение соответствия установленным требованиям путем обеспечения и контроля необходимых условий для проведения анализа в соответствии с нормативными документами, проверки соответствия операции и приемов, осуществляемых при реализации методик в лаборатории требованиям НД, проверка возможности получения в лаборатории результатов анализа с точностью, отвечающей требованиям НД (экспериментальная проверка правильности использования методики в лаборатории).

Экспериментальная проверка правильности использования стандартизованных методик.

Оценка и расчет новых показателей качества методик КХА.

Раздел 5. Цели и задачи контроля качества результатов анализа. Формы проведения. Контроль качества результатов анализа, общие положения контроля. Формы проведения контроля. Оценка приемлемости результатов анализа в условиях

повторяемости, воспроизводимости. Действия в случае неудовлетворительной проверки приемлемости.

Раздел 6. Внутрилабораторный оперативный контроль процедуры анализа..

Основные элементы внутрилабораторного контроля качества результатов измерений. Оперативный контроль процедуры измерений. Алгоритмы оперативного контроля процедуры анализа. Схемы реализации оперативного контроля с использованием образца для контроля, метода добавок, метода разбавления пробы, метода добавок совместно с методом разбавления пробы, метода варьирования навески, контрольной методики анализа.
Контроль внутрилабораторной прецизионности результатов анализа.

Раздел 7. Контроль стабильности результатов анализа с применением контрольных карт.

Расчет параметров контрольных карт Шухарта (ККШ) при контроле погрешности, внутрилабораторной прецизионности, повторяемости с применением стандартных образцов, рабочих проб, метода добавок, метода варьирования навески, контрольной методики анализа.
Критерии Вестгарда и ситуации возможного нарушения стабильности.
Расчет новых показателей качества результатов измерений по результатам контрольных измерений.
Контроль точности с использованием контрольных карт на основе применения контрольных проб.
Контроль стабильности результатов анализа с применением контрольных карт кумулятивных сумм.

Раздел 8. Периодическая проверка подконтрольности процедуры выполнения анализа и выборочный статистический контроль.
Периодическая проверка подконтрольности процедуры выполнения анализа (с использованием контрольных образцов, метода добавок, рабочих проб). Контроль стабильности результатов измерений в форме выборочного статистического контроля внутрилабораторной прецизионности и точности результатов. Нормальный, усиленный и ослабленный контроль.

Раздел **9. Организация контроля в рамках Системы менеджмента качества лаборатории, отвечающей требованиям ГОСТ Р ИСО.**
Система качества лаборатории в соответствии с областью ее деятельности. Программы, процедуры, инструкции, необходимые для обеспечения качества результатов испытаний и/или калибровок. Документация системы качества, задачи, стоящие перед системой качества.

Раздел 10. Проверка квалификации лабораторий посредством межлабораторных сравнительных испытаний.
Порядок и содержание работ по проверке квалификации лабораторий посредством межлабораторных сличений (МСИ) с использованием образцов для контроля. МСИ как:
- средство повышения качества результатов испытаний

- ответственности за достоверность результатов анализа, получаемых в лабораториях
- эффективная форма управления качеством результатов испытаний в лабораториях
- процедура объективного контроля погрешности результатов испытаний в лаборатории и принятия мер, направленных на повышение качества испытаний.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1. Методическое обеспечение по освоению дисциплины

На первом занятии обучающимся предоставляется доступ к методическим материалам по дисциплине в системе дистанционного обучения (ДО) «Black Board» , проводится вводный инструктаж по методике освоения дисциплины с помощью системы ДО. На очных занятиях предоставляется раздаточный материал (конспекты лекций, нормативные документы, пособия для практических занятий).

3.1.2. Методическое обеспечение самостоятельной работы

Модули и средства системы дистанционного обучения Black Board.

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 тем для итоговой аттестации;
- задания в форме тестов.

Примерный перечень тем для итоговой аттестации :

1. Основные понятия метрологии. Характеристики результатов измерений.
2. Физические и математические основы метрологии. Случайные величины, функции распределения, статистическая обработка данных измерений, погрешности.
3. Методики измерений. Виды и классификация методик, метрологические требования к методикам. Характеристики методик , определяемые при их валидации.
4. Процедуры аттестации методик измерений. Нормативные акты и законы, опре-

деляющие процедуры метрологической аттестации .

6. Процедуры внедрения стандартизованных методик анализа в лаборатории.

7. Процедуры контроля качества измерений . Формы проведения контроля.

8. Алгоритмы оперативного контроля качества химического анализа в лаборатории.

9. Контрольные карты Шухарта как метод внутрилабораторного контроля стабильности результатов анализа.

10. Периодическая проверка подконтрольности процедуры выполнения анализа и выборочный статистический контроль.

11. Основные принципы Системы менеджмента качества лаборатории. Способы автоматизации контроля качества аналитических измерений в лаборатории.

12. Методы и средства повышения качества результатов испытаний.

Примерный вариант заданий в тестовой форме:

ВЫБЕРИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ(Ы) ИЗ ПРЕДЛОЖЕННЫХ:

1. Какому из определений отвечает процедура аттестации методики измерения?

a) Подтверждение путем исследования и предоставления объективных доказательств того, что конкретные требования к специфическому целевому использованию методики в лаборатории выполняются;
b) Представление объективных свидетельств того, что реализация данной методики в лаборатории полностью удовлетворяет установленным требованиям;
c) Исследование и подтверждение соответствия методик измерений установленным метрологическим требованиям к измерениям.

2. Какой из перечисленных терминов не является показателем качества методики измерений?

a) Показатель правильности;
b) Аналитическая чувствительность;
c) Показатель повторяемости.

3. Что является целями внутрилабораторного контроля качества результатов количественного химического анализа (КХА)?

a) Обеспечение необходимой точности результатов текущего анализа, экспериментальное подтверждение силами самой лаборатории своей технической компетентности;
b) Проверка квалификации и компетентности персонала лаборатории в области выполнения процедур методик КХА;
c) Обеспечение доверия к результатам анализа как внутри лаборатории, так и со стороны других организаций.

4. Внутрилабораторный контроль качества результатов КХА в лаборатории реализуют:

a) Эпизодически;
b) По требованию руководителя лаборатории;
c) На регулярной основе;
d) По усмотрению исполнителя анализа.

5. Кто осуществляет оперативный контроль процедуры анализа?

a) Только ответственное лицо (менеджер по качеству);
b) Исполнитель анализа;
c) Разработчик методики при внесении изменений в её текст.

6. Укажите, какова должна быть погрешность (неопределенность) аттестованного значения ОК при реализации контрольной процедуры для контроля точности с применением образцов для контроля.

a) не более 1/2 от значения показателя точности результатов анализа;
b) погрешность (неопределенность) не регламентируется;
c) не более 1/3 от значения показателя точности результатов анализа.

7. На каком рисунке можно охарактеризовать результаты измерений, как в определенной степени правильные, но не прецизионные?

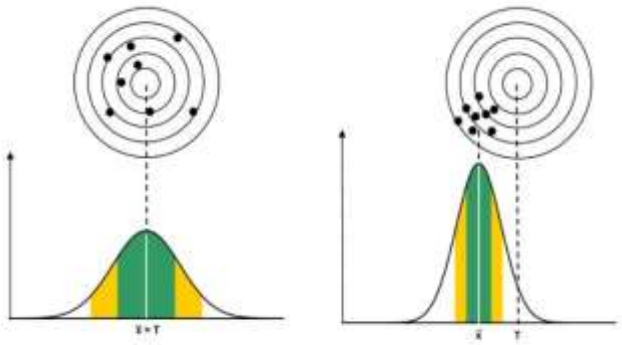

Рис.1 Рис.2

a) На рис.1;
b) На рис.2;
c) На обоих рис.

8. В каком документе должны находится результаты контрольных измерений?

a) В рабочем журнале исполнителя;
b) В протоколе количественного химического анализа;
c) В специальном отчетном документе, его вид регламентируется ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009.

9. Какие из перечисленных показателей качества результатов анализа являются интервальными оценками?

a) Показатель повторяемости;
b) Среднеквадратичное отклонение повторяемости;
c) Показатель воспроизводимости;
d) Среднеквадратичное отклонение промежуточной прецизионности.

10. При использовании каких форм статистического контроля качества результатов анализа выводы о качестве результатов измерений делают только по окончании контролируемого периода?

a) Карты Шухарта;
b) Выборочный статистический контроль;
c) Периодическая проверка подконтрольности процедуры выполнения анализа;
d) При использовании всех форм.

3.1.5. Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса (анкета установленного СПбГУ образца)

Примерная анкета-отзыв по преподаванию дисциплины
«Метрологическое обеспечение аналитических работ»
(может размещаться на веб–странице ЦДОП Института Химии)

Просим Вас заполнить анонимную анкету-отзыв по пройденному Вами курсу. Обобщенные данные анкет будут использованы для совершенствования преподавания. По каждому вопросу проставьте соответствующие оценки по шкале от 1 до 10 баллов (**обведите** выбранный Вами балл). В случае необходимости впишите свои комментарии.

1. *Насколько Вы удовлетворены содержанием дисциплины в целом?*

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий_____

2. *Насколько Вы удовлетворены формами преподавания?*

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий_____

3. *Как Вы оцениваете качество подготовки предложенных учебно–методических материалов?*

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий_____

4. *Насколько Вы удовлетворены использованием преподавателями интерактивных и активных методов обучения ?*

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий_____

5. *Какие из тем дисциплины Вы считаете наиболее полезными, ценными с точки зрения дальнейшего обучения и/или применения в последующей практической деятельности?*
6. *Что бы Вы предложили изменить в методическом и содержательном плане для совершенствования преподавания данной дисциплины?*

СПАСИБО!

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1. Образование и (или) квалификация преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К проведению учебных занятий должны привлекаться преподаватели, либо эксперты в области метрологии, имеющие опыт преподавательской деятельности, ученую степень, стаж работы более 5 лет.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Требуется инструктор для сопровождения дисциплины в системе ДО «Black Board».

3.3. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

3.3.1. Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Аудитории для лекций и практических занятий должны иметь мультимедийный проектор и экран, достаточное количество посадочных мест (не менее 10).

Самостоятельная работа и выполнение итогового теста осуществляется обучающимися дистанционно на персональных компьютерах под руководством преподавателя.

3.3.2. Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Аудитории для лекций и практических занятий должны иметь неспециализированный компьютер с программным обеспечением общего пользования для показа иллюстративного материала в формате «Power Point», совместимый мультимедийный проектор и экран, доску, мел (или набор фломастеров для доски), а также хозяйственный инвентарь: вешалку-стойку для верхней одежды, бачок для мусора.

3.3.3. Характеристики специализированного оборудования

Специализированное оборудование не требуется.

3.3.4. Характеристики специализированного программного обеспечения

Специализированное программное обеспечение не предусмотрено.

3.3.5. Перечень и объём требуемых расходных материалов

3.3.5.1 Хозяйственный инвентарь

1. Полотенца бумажные, 1 уп.
2. Мыло туалетное жидкое с диспенсером, 1 фл.
3. Пакеты для мусора (20-30л), 2 шт.
4. Вешалка-стойка для одежды, 1 шт.
5. Бачок для мусора, 1 шт.

3.3.5.2 Расходные материалы к оргтехнике, канцтовары

1. Картриджи для лазерного принтера, 1 шт.

2. USB-устройства флэш-памяти емк. 16Гб, 2 шт.
3. Бумага для ксерокопирования и лазерного принтера формата А4, 2 пачки
4. Степлер 20 листов, 1 шт.
5. Набор мелков цветных, 1 кор.
6. Корректирующая жидкость, 1 флакон
7. Папки-файлы прозрачные, 50 шт.
8. Скоросшиватели, 20 шт.
9. Скрепки канцелярские, 1 кор.
10. Скобы для степлера 24/6, 1 кор.
11. Фломастеры цветные водорастворимые для доски, набор, 1 шт.
12. Губки для доски, 2 шт.
13. Диски DVD-R, 15 шт.

3.3.5.3 Расходные материалы к лабораторному оборудованию, реактивы

Не требуются.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список обязательной литературы:

Обязательная литература не предусмотрена.

3.4.2. Список дополнительной литературы:

1. Дёрффель К. Статистика в аналитической химии. Пер. с нем.-М.: Мир, 1994, 268 с
2. Дворкин В.И. Метрология и обеспечение качества химического анализа.- М.: Химия, 2001, 262 с.
3. ГОСТ Р ИСО 5725-1 – 2002 - 5725-6 – 2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений.- М.: Госстандарт России, 2002.
4. ГОСТ 52361-2005 Контроль объекта аналитический. Термины и определения.
5. Руководство ЕВРАХИМ / СИТАК Количественное описание неопределенности в аналитических измерениях 2-е издание, 2000 перевод с английского Р.Л. Кадиса, Г.Р. Нежиховского, В.Б. Симина под общей редакцией Л.А. Конопелько Санкт-Петербург: ВНИИМ им. Д.И. Менделеева, 2002. - 149 стр.
6. ИСО/ТС 21748-2004 Руководство по применению оценок повторяемости, воспроизводимости и правильности при оценивании неопределенности измерения.
7. ГОСТ 8.532-2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Стандартные образцы состава веществ и материалов. Межлабораторная метрологическая аттестация. Содержание и порядок проведения работ
8. ГОСТ 8.531-2002. Государственная система обеспечения единства измерений. Стандартные образцы состава монолитных и дисперсных материалов. Способы оценивания однородности
9. Шаевич А.Б. Стандартные образцы для аналитических целей. –М.: Химия, 1987, 184 с.
10. ISO/IEC Guide 43-2:1997 Proficiency testing by interlaboratory comparisons -- Part 1, 2: Проверка и качество проведения испытаний посредством межлабораторных сличений. Часть 1, 2. 40 с.

11. ГОСТ Р 8.563-1996. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений (с Изм.№1, 2 2002 года) .- М.: Госстандарт России, 1996.-33 с.
12. Систематические и случайные погрешности химического анализа. /Учебное пособие для вузов. / Под ред. М.С.Черновьянц.-М.: Академкнига, 2004, 157 с.
13. Алексеев Р.И., Коровин Ю.И.. Руководство по вычислению и обработке результатов количественного анализа. -М.: Атомиздат, 1972, 72 с.

3.4.3. Перечень иных информационных источников (Интернет–ресурсы):

Российские ресурсы

1. fundmetrology.ru
2. http://www.rostest.ru

Зарубежные ресурсы

1. Directory of Open Access Journals – DOAJ
   http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/resource/31
2. Коллекция монографий ebrary
   http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/resource/16
3. Политематическая реферативная и наукометрическая база данных Scopus
   http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/resource/79
4. Политематическая реферативная и наукометрическая база данных Web of Science http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/resource/84
5. Журналы издательства World Scientific Publishing
   http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/resource/85

Раздел 4. Разработчик программы

Разработчики рабочей программы:

1. Родинков Олег Васильевич, д.х.н., профессор, профессор кафедры аналитической химии Института химии СПбГУ, Rodinkov@rambler.ru, 428-94-24, +79214423696.
2. Мягкова-Романова Марина Анатольевна, к. х. н., доцент кафедры радиохимии Института химии СПбГУ, m.a.myagkova@inbox.ru, 324-12-52, +79217441772.
3. Тупицын Евгений Николаевич, к.ф.-м.н., технический эксперт ФСА, evgnikt@gmail.com