МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Химический институт им. А.М. Бутлерова

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
_____ Д.А. Таюрский
"___"_____20___ г.

Программа дисциплины

Основы научных исследований и метрология

Направление подготовки: 04.03.01 - Химия
Профиль подготовки: Химия высокомолекулярных и элементоорганических соединений
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

4.2. Содержание дисциплины (модуля)

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

13. Приложение №1. Фонд оценочных средств

14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Улахович Н.А. (Кафедра неорганической химии, Химический институт им. А.М. Бутлерова), Nikolay.Ulakhovich@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-3	Способен применять основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основы математической статистики, общие закономерности и методологию применения способов расчета различных погрешностей при получении экспериментальных данных.

Должен уметь:

самостоятельно определять параметры распределения, проводить проверку характера распределения, оценивать случайные и систематические погрешности.

Должен владеть:

навыками планирования и интерпретации результатов эксперимента при метрологической аттестации химического состава различных объектов.

Должен демонстрировать способность и готовность:

Владение основами теории фундаментальных разделов химии (прежде всего высшей математики и аналитической химии) (ПК-2).

Способность применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных (ПК-3).

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.13 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.03.01 "Химия (Химия высокомолекулярных и элементоорганических соединений)" и относится к вариативной части.

Осваивается на 2 курсе в 4 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 36 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 36 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 4 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. Общие сведения об измерениях физических величин. Основные принципы подходы к измерениям. Измерительное преобразование. Размер и значение физической величины.	4	2	0	0	2
2.	Тема 2. Основные и производные величины.Размерность. Система физических величин и система единиц.	4	2	0	0	2
3.	Тема 3. Общие вопросы теории измерений. Классификация измерений. Принципы, методы и методики измерения. Средства измерений. Условия измерений. Свойства состояния измерений. Погрешности измерений.	4	2	0	0	2
4.	Тема 4. Эталоны физических величин. Передача размеров единиц физических величин. Погрешности средств измерений и их нормирование.	4	2	0	0	2
5.	Тема 5. Общие понятия математической статистики. Генеральная совокупность и выборка. Параметры распределения. Математическое ожидание случайной величины. Дисперсия случайной величины.	4	2	0	0	2
6.	Тема 6. Нормальное распределение. Функция нормального распределения. Принципы, лежащие в основе закона нормального распределения.	4	2	0	0	2
7.	Тема 7. Моменты непрерывного распределения. Равномерное распределение. Некоторые специальные распределения. Распределение Стьюдента. Распределение Фишера.	4	2	0	0	2
8.	Тема 8. Разбор конкретной ситуации: Проверка нормальности распределения выборки из 100 измерений построением гистограммы и использованием критерия Пирсона.	4	2	0	0	2
9.	Тема 9. Сравнение дисперсий. Сравнение двух дисперсий. Сравнение нескольких дисперсий. Выделение большей дисперсии из многих. Подозрительно выделяющиеся значения (промахи).	4	2	0	0	2
10.	Тема 10. Условия применения методов математической статистики и проверка выполнения этих условий	4	2	0	0	2

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
11.	Тема 11. Оценка случайной погрешности. Прецизионность, сходимость и воспроизводимость. Повторяемость. Внутрилабораторный контроль качества измерений.	4	2	0	0	2
12.	Тема 12. Оценка систематической погрешности: по стандартному образцу, сравнением результатов двух независимых методов, варьированием массы пробы. Способы устранения систематической погрешности. Межлабораторные эксперименты.	4	2	0	0	2
13.	Тема 13. Распределение дискретных случайных величин. Распределение Пуассона. Биноминальное распределение.	4	2	0	0	2
14.	Тема 14. Корреляционный и регрессионный анализы. Проверка взаимосвязи двух физических величин. Метод наименьших квадратов.	4	2	0	0	2
15.	Тема 15. Обеспечение качества химических измерений. Робастность, селективность и специфичность. Планирование эксперимента и оценка статистических характеристик методики анализа.	4	2	0	0	2
16.	Тема 16. Разбор конкретной ситуации: Аттестация методики количественного анализа воздуха рабочей зоны.	4	2	0	0	2
17.	Тема 17. Концепция неопределенности в химических измерениях (круглый стол с приглашением ведущих специалистов в области метрологии).	4	2	0	0	2
18.	Тема 18. Контрольная работа 1 (метрологические характеристики методик количественного химического анализа)	4	2	0	0	2
	Итого		36	0	0	36

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение. Общие сведения об измерениях физических величин. Основные принципы подходы к измерениям. Измерительное преобразование. Размер и значение физической величины.

Определение метрологии. Единство измерений. Теоретическая метрология (теория измерений, создание теоретических основ построения систем единиц и эталонов, разработка теории погрешностей). Прикладная метрология (вопросы практического измерения в различных сферах, повышение точности, обеспечение автоматизации). Законодательная метрология (государственные стандарты). Основополагающие принципы метрологии (аксиомы).

Тема 2. Основные и производные величины.Размерность. Система физических величин и система единиц.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Этапы развития метрологии (Метрическая ковенция 1875 г., Международнон бюро мер и весов, Главная палата мер и весов в Петербурге). Передача размера единиц средствами измерений (государственные эталоны, вторичные эталоны, образцовые средства измерений, рабочие средства измерений).

Качество измерений. Свойства состояния измерений (точность, сходимость, воспроизводимость, быстрота получения результатов). Классификация измерений:

1. Равноточные, неравноточные.
2. Однократные, многократные.
3. Статические, динамические.
4. Метрологические, технические.
5. Абсолютные, относительные.
6. Прямые, косвенные, совместные, совокупные.

Средства измерений. Контроль неизменности размера единиц во времени.

Тема 3. Общие вопросы теории измерений. Классификация измерений. Принципы, методы и методики измерения. Средства измерений. Условия измерений. Свойства состояния измерений. Погрешности измерений.

Классификация погрешностей:

1. По способу выражения (абсолютные и относительные).
2. В зависимости от того завышают или занижают результат (положительные и отрицательные).
3. По типу связи между погрешностью и измеряемой величиной (постоянные и пропорциональные).
4. В зависимости от характера причин, вызывающих погрешность (систематические и случайные).
5. По источникам происхождения (инструментальные, реагентные, методические).
6. Прямые и косвенные.

Систематические погрешности. Правильность измерений. Постоянные и пропорциональные систематические погрешности. Три способа оценки систематических погрешностей. Типы систематических погрешностей. Первый тип ? погрешности известной природы, значения которых могут быть предварительно рассчитаны. Второй тип ? известной природы, значения которых неизвестны, но могут быть оценены в ходе эксперимента. Сюда относятся инструментальные, реагентные и методические погрешности. Третий тип ? причины и погрешности неизвестны, выявить не представляется возможным.

Тема 4. Эталоны физических величин. Передача размеров единиц физических величин. Погрешности средств измерений и их нормирование.

Релятивизация - определение или измерение относительно некоторого другого объекта. Результат определяют по разности таким образом, что систематические погрешности взаимно исключаются.

Рандомизация - перевод систематических погрешностей в разряд случайных. Основана на том, что систематическая погрешность единичного явления (прибора, метода, исполнителя) при рассмотрении ее в более широком классе однотипных явлений (серия приборов, группа методов, коллектив исполнителей) становится величиной переменной (случайной).

Тема 5. Общие понятия математической статистики. Генеральная совокупность и выборка. Параметры распределения. Математическое ожидание случайной величины. Дисперсия случайной величины.

Релятивизация - определение или измерение относительно некоторого другого объекта. Результат определяют по разности таким образом, что систематические погрешности взаимно исключаются.

Рандомизация - перевод систематических погрешностей в разряд случайных. Основана на том, что систематическая погрешность единичного явления (прибора, метода, исполнителя) при рассмотрении ее в более широком классе однотипных явлений (серия приборов, группа методов, коллектив исполнителей) становится величиной переменной (случайной).

Лекция 5. Случайные погрешности (это не число, а функция случая). Случайная величина определяется областью изменения и вероятностью, с которой она попадает в тот или иной интервал. Дискретные и непрерывные случайные величины. Генеральная и выборочная совокупности величин.

Тема 6. Нормальное распределение. Функция нормального распределения. Принципы, лежащие в основе закона нормального распределения.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Параметры распределения случайных величин (математическое ожидание, дисперсия случайной величины). Математическое ожидание непрерывной случайной величины. Математическое ожидание непрерывной случайной величины. Средневзвешенное значение дискретной случайной величины. Свойства математического ожидания. Дисперсия непрерывной и конечнозначной случайной величины. Дисперсия выборочной совокупности. Свойства дисперсии.

Математическое ожидание среднего результата (математическое ожидание случайной величины). Дисперсия среднего результата. Стандартное отклонение среднего результата (частное от деления стандартного отклонения на корень квадратный из объема выборки).

Тема 7. Моменты непрерывного распределения. Равномерное распределение. Некоторые специальные распределения. Распределение Стьюдента. Распределение Фишера.

Гистограммы и распределение. Пример гистограммы дискретной величины. Взвешенная сумма. Весовой множитель. Условие нормировки чисел.

Нормальное распределение. Функция Гаусса. Предельное распределение. Нормировочный множитель (выражение для его расчета получаем последовательными подстановками в формулу для функции нормального распределения). Принципы, лежащие в основе закона нормального распределения:

1. Принцип симметрии (вероятности одинаковых по величине, но обратных по знаку случайных погрешностей равны).

2. Первая производная равна нулю, если значение случайной величины совпадает с истинной величиной (средним значением результата). Для результатов измерения равных среднему арифметическому на кривой распределения наблюдается максимум. Закон нормального распределения предполагает вероятность случайных погрешностей тем меньшую, чем больше их абсолютное значение.

3. Максимальная вероятность сложного события отвечает минимальной сумме квадратов отклонений величин от среднего результата, т.е. закон нормального распределения включает в себя принцип наименьших квадратов.

4. Кривая функции нормального распределения имеет две симметричные относительно вертикальной оси точки перегиба (вторая производная равна нулю) на расстояниях от центра рассеяния, равных стандартному генеральному отклонению.

Тема 8. Разбор конкретной ситуации: Проверка нормальности распределения выборки из 100 измерений построением гистограммы и использованием критерия Пирсона.

Зависимость вида кривой нормального распределения от величины генерального стандартного отклонения (определяет степень "размытости" кривой). Величина истинного значения (среднего результата) определяет положение привой распределения на оси абсцисс. Точке перегиба кривой отвечает значение абсциссы, равное стандартному отклонению.

Вероятность того, что случайная погрешность отдельного измерения не превышает по абсолютному значению стандартное отклонение, равна 68 % (двух стандартных отклонений - 95.4 %, трех - 99.7 %).

Тема 9. Сравнение дисперсий. Сравнение двух дисперсий. Сравнение нескольких дисперсий. Выделение большей дисперсии из многих. Подозрительно выделяющиеся значения (промахи).

Оценка характера распределения. В качестве примера рассматриваем выборку из 100 измерений определения меди в образце (от 600 до 621 мг найдено). Средний результат 610 мг. Стандартное отклонение равно 4 мг. Все результаты разбиваем на классы таким образом, чтобы каждый класс объединял результаты измерений на интервале шириной в половину стандартного отклонения. Строим гистограмму. В точке максимума частота попадания в определенный класс составляет 0.19. Используя это значение находим стандартное отклонение. Получаем 4.2. Этот результат практически совпадает с теоретическим значением (4.0), что позволяет считать полученную выборку нормально распределенной.

По данным гистограммы может быть проведена и более строгая количественая оценка соответствия выборки нормальному распределению по критерию Пирсона (хи-квадрат ? критерий). Сравнение экспериментальных и теоретических частот попадания в данный класс позволяет на заданном уровне вероятности решить вопрос о характере распределения.

Тема 10. Условия применения методов математической статистики и проверка выполнения этих условий

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Для этого используем функцию Лапласа. Данный интеграл вероятности обладает симметрией относительно знака при величине z, которая представляет собой частное от деления отклонения от среднего результата на стандартное отклонение. Обычно в таблице против соответствующего значения z приведено значение интеграла вероятности (функция Лапласа). Таким образом для каждого класса находим хи-квадрат. Если сумма полученных значений не превышает теоретического значения (табличного значения) на заданном уровне вероятности, то выборка распределена нормально.

Тема 11. Оценка случайной погрешности. Прецизионность, сходимость и воспроизводимость. Повторяемость. Внутрилабораторный контроль качества измерений.

Оценка характера распределения при выборке ограниченного объема (число определений не превышает 20). В этом случае вычисляют два параметра асимметрию (А) и эксцесс (Е). Для симметричных распределений А = 0. Для распределений, вытянутых в сторону больших значений, А больше 0. Для распределений, имеющих ?хвост? в сторону малых значений, А меньше 0. Положительное значение А встречается чаще. Далее рассчитывает по формуле дисперсию асимметрию. Если модуль асимметрии не превышает утроенный корень квадратный из дисперсии асимметрии, то выборка распределена нормально.

Положительный Е соответствует распределению более островершинному, чем нормальному (отрицательный наоборот). Если модуль эксцесса не превышает пятикратный корень квадратный из дисперсии эксцесса, то выборка распределена нормально.

Тема 12. Оценка систематической погрешности: по стандартному образцу, сравнением результатов двух независимых методов, варьированием массы пробы. Способы устранения систематической погрешности. Межлабораторные эксперименты.

t-Распределение. Для определения совокупностей результатов измерений ограниченного объема используют распределение Стьюдента, которое связывает между собой три основные характеристики: ширину доверительного интервала, соответствующую ему вероятность, объем выборочной совокупности. Для определения критерия Стьюдента (t) необходимо предварительно рассчитать среднее значение и стандартное отклонение.Высота и ширина кривой t-распределения зависят от числа степеней свободы. Если число степеней свободы стремится к бесконечности, то t-распределение переходит в нормальное распределение.

Грубые погрешности (промахи) и способы их устранения. Выбор критерия для искючения сомнительного результата имеет свои трудности. Универсального правила не существует. Используют:

1. Q-Критерий (если расчетное значение меньше табличного, то результат не является грубым промахом. В противном случае результат исключают.

2. Результат является промахом, если его отклонение от среднего значения превышает частное от деления утроенного стандартного отклонения на корень квадратный из объема выборки.

3. Промахом считают результат, лежащий за интервалом, ограничивающим средний результат критическим значением, которое находят умножая величину параметра тау-критического на стандартное отклонение.

Тема 13. Распределение дискретных случайных величин. Распределение Пуассона. Биноминальное распределение.

Оценка систематической погрешности. Существует три основных способа:

1. По стандартным образцам (СО). Расхождение экспериментально найденного результата и теоретически рассчитанного оценивают с помощью t-критерия.

2. Сравнение результатов двух независимых методов. Сначала рассчитывают средневзвешенное стандартное отклонение, а потом оценивают t-критерий. Для этого частное от деления разности средних результатов двух независимых методов на средневзвешенное стандартное отклонение умножают на корень квадратный из комбинации объемов двух выборок. Обязательным условием является равноточность результатов, полученных двумя независимыми методами. Если рассчитанное значение t-критерия меньше табличной величины, то систематическую погрешность можно считать незначимой.

3. Для оценки постоянной систематической погрешности проводят многократное определение содерджания компонента и параллельное многократное определение содержания того же компонента удвоенного размера. Для оценки пропорциональной погрешности проводят серию параллельных измерений пробы, содержащей добавку определяемого компонента. Затем сравнивают средний результат со средним результатом, полученным в первой серии измерений для пробы, не содержащей добавки. Условием незначимости систематической погрешности является тот факт, что постоянная систематическая погрешность не превышает произведения t-критерия на стандартное отклонение постоянной систематической погрешности. Кроме того, пропорциональная систематическая погрешность за вычетом единицы не должна превышать произведение t-критерия на стандартное отклонение пропорциональной систематической погрешности.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Тема 14. Корреляционный и регрессионный анализы. Проверка взаимосвязи двух физических величин. Метод наименьших квадратов.

Сравнение нескольких дисперсий. Выборочные дисперсии считают однородными (а результаты равноточными), если значение критерия Бартлета меньше хи-квадрат-критерия на заданном уровне значимости. Для расчета критерия Бартлета необходимы значения средневзвешенной дисперсии, выборочных дисперсий и числа степеней свободы.

Если объемы всех выборочных совокупностей равны, однородность дисперсий и пригодность результатов для совместной обработки проверяют с помощью критерия Кохрана.

Тема 15. Обеспечение качества химических измерений. Робастность, селективность и специфичность. Планирование эксперимента и оценка статистических характеристик методики анализа.

Показатели эффективности химического анализа. Чувствительность. Коэффициент чувствительности (значение первой производной градуировочной функции). Величина коэффициента чувствительности характеризует скорость изменения аналитического сигнала с изменением концентрации.

Предел обнаружения. (количество вещества, которое может быть обнаружено с помощью данного метода с достаточной вероятностью). Предел обнаружения может быть задан и минимальным аналитическим сигналом, который можно уверенно отличать от сигнала контрольного опыта.

Тема 16. Разбор конкретной ситуации: Аттестация методики количественного анализа воздуха рабочей зоны.

Аттестация методик измерений на примере методики количественного химического анализа. Цель аттестации - установить пригодность методики для получения ответа на заданные вопросы с требуемой надежностью. Для этого надо оценить правильность поставленных задач и затем доказать, возможно ли их решение. Понятие аттестация включает весь аналитический процесс:

1. Моделирование процедуры.
2. Отбор пробы.
3. Подготовка пробы.
4. Измерение.
5. Обработка данных.

В ходе аттестации следует определить, какая из методик анализа с точки зрения показателей эффективности пригодна для решения данной задачи с заданной и доверительной вероятностью.

Тема 17. Концепция неопределенности в химических измерениях (круглый стол с приглашением ведущих специалистов в области метрологии).

Концепция неопределенности в химических измерениях. Фундаментальные понятия химической метрологии. Понятием "неопределенность" предлагается заменить "погрешность" с целью устранения разделения погрешностей на "случайные" и "систематические". Понятие "неопределенность" включает в себя как те так и другие погрешности.

Тема 18. Контрольная работа 1 (метрологические характеристики методик количественного химического анализа)

Контрольная работа.

Примеры билетов для контрольной работы по дисциплине "Основы научных исследований и метрология"В контрольной работе рассматриваются следующие вопросы: Погрешности измерения (случайные и систематические). Зависимость случайной погрешности от объема выборки. Внутрилабораторный и межлабораторный контроль качества измерений. Сравнение результатов различных методов. Методы проверки нормальности распределения. Регрессионный и корреляционный анализ. Количественнаяоценка эффективности методик определения. Неопределенность измерения. Понятие неопределенности. Алгоритм аттестации методики количественного анализа. Погрешность градуировочного графика.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);

- критерии оценивания сформированности компетенций;

- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);

- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;

- критерии оценивания для каждого оценочного средства;

- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1.Сайт Российского Хемометрического общества - http://rcs.chph.ras.ru/

2Статистика в аналитической химии. Курс лекций МГУ. - http://chemstat.com.ru/

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

3.Метрология - http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F

4. Метрология как наука об измерениях. - http://www.kipstory.ru/metr/

5. Козлов М.Г. Метрология и стандартизация- печатный оргинал электронного издания. - http://www.hi-edu.ru/e-books/xbook109/01/

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Основной теоретический материал предмета дается в часы лекционных занятий. На лекциях преподаватель систематически и последовательно раскрывает содержание научной дисциплины, вводит в круг научных интересов, ставит вопросы для исследования. Нельзя ограничиться регулярным посещением только лекций, так как центр тяжести в усвоении знаний, в формировании умений и навыков лежит в последующей самостоятельной работе. Студенты должны постоянно готовиться к лекциям. В этой работе могут помочь учебники, список которых преподаватель называет на первых занятиях. Помимо рекомендуемой литературы, лектор дает программу дисциплины, в которой изложены основные разделы и вопросы для контроля знаний. Лекция закладывает основы научных знаний, знакомит с основными современными научно-теоретическими положениями, с методологией данной науки. На лекции осуществляется общение студенческой аудитории с высококвалифицированными лекторами, учеными, педагогами, специалистами в определенной отрасли науки. Лекция вызывает эмоциональный отклик слушателей, развивает интерес и любовь к будущей профессии. Лектор использует на лекциях не только материал учебников, но и привлекает много дополнительных сведений, изложенных в научных работах (монографиях или статьях) или в его собственных исследовательских трудах. Студент не в состоянии глубоко осмыслить весь представленный в лекциях материал, не посещая лекционных занятий. Поэтому важно не пропускать лекции, готовиться к ним (заранее посмотреть тему лекции, почитать учебники, отметить для себя ключевые моменты, составить вопросы лектору) и напряженно, активно работать в течение всего учебного занятия. Старайтесь не опаздывать на лекцию: в первые минуты занятий объявляется тема, план лекции. Чтобы легче запомнить излагаемый материал, необходимо его понять, разобраться в системе научных понятий, которую дает лектор. Пути изложения лекции могут быть различными. Иногда преподаватель выбирает индуктивный путь, т.е. вначале излагает конкретные факты, обобщает их, раскрывает сущность понятия, дает его определение. Другой путь образования понятий - дедуктивный: лектор вначале определяет научное понятие, а потом дает объяснения, приводит конкретный фактический материал. Если уловить путь изложения материала, то становится легче понять мысль преподавателя и проникнуть в содержание лекции. Обращайте внимание на определение понятий. Рекомендуется для их усвоения составлять глоссарий (словарь). Во время слушания лекций должна быть психологическая установка на запоминание основных идей лекции. Слушание лекций - это сложный психологический процесс, в который вовлечена вся личность слушающего: его сознание, воля, память, эмоции. Это не пассивное состояние человека, а напротив, состояние активной, напряженной деятельности. Слушание учебной лекции - это необходимое, но не достаточное условие сознательного и прочного усвоения знаний. Лекцию необходимо записать - только тогда лекция станет источником для дальнейшей самостоятельной работы. Конспектирование лекции - это сложное дело, требующее умений и опыта. Некоторые стараются записать лекцию полностью, слово в слово, не вдумываясь в содержание материала, опираясь только на свою память. Сплошная запись возможна только в том случае, если преподаватель диктует лекционный материал. Но диктовка делает изложение однообразным и утомительным, и методика высшей школы не рекомендует такой способ изложения. Стремление записать лекцию слово в слово отвлекает слушателя от обдумывания лекционного материала. Недаром студенты говорят, что трудно совместить и запись, и обдумывание. Если лекцию записывать очень коротко, отдельными штрихами, то записи не могут быть материалом для повторения. В излишне краткой записи трудно разобраться уже некоторое время спустя. Для записи возьмите общую тетрадь и сделайте поля для различных заметок во время записи: например, знак восклицания (отметка особо важных моментов), знак вопроса (что-то не поняли и к данному положению надо вернуться).

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Вид работ	Методические рекомендации
самостоя-тельная работа	Самостоятельная работа при изучении дисциплин включает: - чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины; - знакомство с Интернет-источниками; - подготовку к различным формам контроля (тесты, контрольные работы, коллоквиумы); - подготовку и написание рефератов; - выполнение контрольных работ; - подготовку ответов на вопросы по различным темам дисциплины в той последовательности, в какой они представлены. Планирование времени, необходимого на изучение дисциплин, студентам лучше всего осуществлять весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение материала. При изучении дисциплины сначала необходимо по каждой теме прочитать рекомендованную литературу и составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме для освоения последующих тем курса. Для расширения знания по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы; проводить поиски в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем. При подготовке к контрольной работе необходимо прочитать соответствующие страницы основного учебника. Желательно также чтение дополнительной литературы.
зачет	На зачете определяется качество и объем усвоенных студентами знаний, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановки цели и выбору путей ее достижения, а также умение работать с нормативными документами в рамках дисциплины. Он может проводиться в устной или письменной формах. Форму проведения определяет кафедра. Подготовка к зачету - процесс индивидуальный. Тем не менее, существуют некоторые правила, знания которых могут быть полезны для всех. Залогом успешной сдачи зачета является систематическая работа над учебной дисциплиной в течение семестра. Подготовку желательно вести, исходя из требований программы учебной дисциплины. Целесообразно пошаговое освоение материала, выполнение различных заданий по мере изучения соответствующих содержательных разделов дисциплины. Если, готовясь к зачету, вы испытываете затруднения, обращайтесь за советом к преподавателю, тем более что при систематической подготовке у вас есть такая возможность. Готовясь к зачету, лучше всего сочетать повторение теоретических вопросов с выполнением практических заданий. Требования к знаниям студентов определены федеральным государственным образовательным стандартом и рабочей программой дисциплины. Цель зачета - проверка и оценка уровня полученных студентом специальных познаний по учебной дисциплине и соответствующих им умений и навыков, а также умения логически мыслить, аргументировать избранную научную позицию, реагировать на дополнительные вопросы, ориентироваться в массиве информации, дефиниций и категорий. Оценке подлежат правильность и грамотность речи студента, если зачет проводится в устной форме, а также его достижения в течение семестра. Дополнительной целью зачета является формирование у студентов таких качеств, как организованность, ответственность, трудолюбие, самостоятельность. Таким образом, проверяется сложившаяся у студента система знаний по дисциплине, что играет большую роль в подготовке будущего специалиста, способствует получению им фундаментальной и профессиональной подготовки. При подготовке к зачету важно правильно и рационально распланировать свое время, чтобы успеть на качественно высоком уровне подготовиться к ответам по всем вопросам. Во время подготовки к зачету студенты также систематизируют знания, которые они приобрели при изучении основных тем курса в течение семестра. Это позволяет им уяснить логическую структуру дисциплины, объединить отдельные темы в единую систему, увидеть перспективы ее развития. Самостоятельная работа по подготовке к зачету во время сессии должна планироваться студентом, исходя из общего объема вопросов, вынесенных на зачет, так, чтобы за предоставленный для подготовки срок он смог равномерно распределить приблизительно равное количество вопросов для ежедневного изучения (повторения). Важно, чтобы один последний день (либо часть его) был выделен для дополнительного повторения всего объема вопросов в целом. Это позволяет студенту самостоятельно перепроверить усвоение материала.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 04.03.01 "Химия" и профилю подготовки "Химия высокомолекулярных и элементоорганических соединений".

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.13 Основы научных исследований и метрология

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 04.03.01 - Химия

Профиль подготовки: Химия высокомолекулярных и элементоорганических соединений

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Основная литература:

1. Золотов, Ю. А. Введение в аналитическую химию : учебное пособие / Ю. А. Золотов. - Москва : Лаборатория знаний, 2016. - 266 с. - ISBN 978-5-93208-215-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/84079 (дата обращения: 04.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Математическая обработка результатов химического эксперимента: учебно-методическое пособие / Н.А.Улахович, М.П.Кутырева, Л.Г.Шайдарова, Ю.И.Сальников. - Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2010. - 60 с.

3. Математическая обработка результатов химического эксперимента: учебно-методическое пособие для лекционного курса 'Метрология'/Н.А. Улахович, М.П. Кутырева, Л.Г. Шайдарова, Ю.И. Сальников.- Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2010. - 60 с.

- Текст : электронный. - URL: http://kpfu.ru/docs/F910466741/Mat_ekperiment.pdf (дата обращения: 04.03.2020). - Режим доступа: открытый.

Дополнительная литература:

1.Аналитическая химия: проблемы и подходы: в 2 т. / ред.: Р. Кельнер, Ж.-М. Мерме, М. Отто, Г. М. Видмер; пер. с англ. А. Г. Борзенко [и др.] под ред. Ю. А. Золотова.- Москва: Мир: АСТ, Т. 1. - 2004. - 608 с.

2. Аналитическая химия: проблемы и подходы: в 2 т. / ред.: Р. Кельнер, Ж.-М. Мерме, М. Отто, Г. М. Видмер; пер. с англ. А. Г. Борзенко [и др.] под ред. Ю. А. Золотова.-Москва: Мир: АСТ, Т. 2. - 2004. - 728 с.

3. Жебентяев, А. И. Аналитическая химия. Химические методы анализа: учебное пособие / А.И. Жебентяев, А.К. Жерносек, И.Е. Талуть. - 2-е изд. - Минск : Новое знание : Москва: ИНФРАМ, 2018. - 542 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN . - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/938948 (дата обращения: 04.03.2020). - Режим доступа: по подписке.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.13 Основы научных исследований и метрология

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 04.03.01 - Химия
Профиль подготовки: Химия высокомолекулярных и элементоорганических соединений
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:
Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)
Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010
Браузер Mozilla Firefox
Браузер Google Chrome
Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC
Kaspersky Endpoint Security для Windows
Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ