

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**КАФЕДРА АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

**УТВЕРЖДАЮ:**



Проректор по научно-методической  
и учебной работе

Е.И.Скафа

04

2020 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ХИМИЧЕСКИЕ СЕНСОРЫ В АНАЛИЗЕ**

Направление подготовки:	<b>04.04.01 Химия</b>
Магистерская программа:	Химия
Образовательная программа:	академическая магистратура
Квалификация:	магистр
Форма обучения:	<u>очная</u> , очно-заочная, заочная

Донецк 2020

УТВЕРЖДАЮ:

Декан химического факультета

А.В. Белый

ФИО

подпись

« 16 »

04

2020 г.

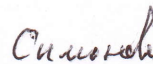
МП

Программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) направления подготовки 04.04.01 Химия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 июля 2017 г. № 655; Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР № 1171 от 10 ноября 2017 г.; учебного плана и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 04.04.01 Химия, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

Кандидат химических наук, доцент

кафедры аналитической химии



Т.Н. Симонова

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры аналитической химии.

Протокол № 19 от « 14 » 04 2020 г.

Заведующий кафедрой

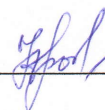


А.С. Алемасова

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией химического факультета.

Протокол № 3 от « 15 » 04 2020 г.

Председатель учебно-методической  
комиссии факультета



Н.В. Яблочкова

## 1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина «Химические сенсоры в анализе» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана по направлению подготовки 04.04.01 Химия (магистерская программа Химия). Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой аналитическая химия.

Дисциплина, опираясь на химическую (неорганическая, аналитическая, органическая, физическая химия), философскую, психолого-педагогическую подготовки (психология, педагогика) студентов, закладывает фундамент научно-методической подготовки будущих исследователей в области теории и методики научных исследований и преподавания химических дисциплин.

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее во время учебной (ознакомительной) практики, производственной практики (научно-исследовательская работа), производственной практики (преддипломная практика), при написании магистерской диссертации..

## 2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	04.04.01 Химия	
Магистерская программа	Химия	
Образовательная программа	академическая магистратура	
Квалификация	магистр	
Количество содержательных модулей	2	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	вариативная часть	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	1 модульный контроль, 1 зачет	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	2	
Год подготовки	1	
Семестр	1	
Количество часов	72	
- лекционных	0	
- практических, семинарских	12	
- лабораторных	12	
- самостоятельной работы	48	
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов,	6	
в т.ч. аудиторных	2	

## 3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели и задачи

**Цель изучения дисциплины**- дать теоретическую и методологическую подготовку в области химических сенсоров, применяемых в анализе окружающей среды, биообъектов, природных и промышленных объектов, оценка качества пищевых продуктов, фармацевтических препаратов, контроля технологических процессов;

### ***Задачи дисциплины:***

1. Формирование знаний принципов и метрологических основ ионометрического анализа с помощью современных сенсорных систем.
2. Выработка у магистров комплекса соответствующих умений, навыков в интерпретации результатов аналитического определения с учетом работы сенсоров на основе различных принципов действия.

**Требования к результатам освоения дисциплины** Процесс изучения дисциплины «Химические сенсоры в анализе» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО РФ направления подготовки 04.04.01 Химия и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 04.04.01 Химия (магистерская программа: химия):

#### ***универсальные компетенции:***

- способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1);
- способность управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла (УК-2);
- способность организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели (УК-3);
- способность применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранных языках, для академического и профессионального взаимодействия (УК-4);
- способность анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия (УК-5);
- способность определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки (УК-6).

#### ***общепрофессиональные компетенции:***

- способность выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения (ОПК-1);
- способность анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук (ОПК-2);
- способность использовать вычислительные методы и адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-3);
- способность готовить публикации, участвовать в профессиональных дискуссиях, представлять результаты профессиональной деятельности в виде научных и научно-популярных докладов (ОПК-4).

***профессиональные компетенции***, соответствующие виду (видам) профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа магистратуры:

#### ***научно-исследовательская деятельность:***

- способностью проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты (ПК-1);
- владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии (ПК-2);
- готовностью использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований (ПК-3);
- способностью участвовать в научных дискуссиях и представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовые доклады, рефераты и статьи в периодической научной печати) (ПК-4);

#### ***организационно-управленческая деятельность:***

- владением навыками составления планов, программ, проектов и других директивных документов (ПК-5);
- способностью определять и анализировать проблемы, планировать стратегию их

решения, брать на себя ответственность за результат деятельности (ПК-6);

**научно-педагогическая деятельность:**

– владением методами отбора материала, преподавания и основами управления процессом обучения в образовательных организациях высшего образования (ПК-7).

**В результате изучения учебной дисциплины студент должен:**

**знать:**

- классификацию и принципы действия химических и биологических сенсоров, их возможности и границы применения;
- способы определения концентраций аналитов;
- аналитические и метрологические характеристики сенсоров;
- современное состояние, проблемы химических сенсоров, приборы и аппаратуру;
- примеры практического применения в анализе природных и промышленных объектов по международным и государственным стандартам;

**уметь:**

- освоить методики ионометрических определений аналитов, характеристики сенсоров;
- выбрать сенсор и метод анализа, проводить отбор проб, выполнить анализ, провести оценку точности результатов анализа, сделать выводы и дать рекомендации.
- применять полученные знания в научных исследованиях (при выполнении магистерских работ, при планировании эксперимента);

**владеть:**

- системой знаний и умений для исследований химических и биологических сенсоров;
- аналитическими и метрологическими характеристиками химических и биологических сенсоров;
- навыками получения и обработки аналитических сигналов на основе химических и биологических сенсоров;
- навыками освоения методик анализа и приемами проверки правильности и воспроизводимости их на основе сенсоров;
- работой с литературой по аналитической химии на основе сенсоров.

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Порядковый номер итема	Краткое содержание темы
<b><i>Содержательный модуль 1 «Химические сенсоры. Аналитические характеристики. Потенциометрические сенсоры»</i></b>	
<b><i>Тема 1.</i></b> Типы сенсоров.	Значение и область применения химических сенсоров в охране окружающей среды, химической безопасности, анализе природных и промышленных объектов и др. Схема сенсора. Типы сенсоров. Схемы детектирования. История создания химических сенсоров.
<b><i>Тема 2.</i></b> Аналитические характеристики.	Селективность. Способы определения коэффициентов селективности. Проблемы экспериментального определения коэффициента селективности. Градуировочная характеристика. Интервал определяемых концентраций. Чувствительность. Предел определения. Время отклика. Время жизни. Дрейф. Виды ошибок. Правильность. Воспроизводимость. Совместимость с окружающими условиями.
<b><i>Тема 3.</i></b> Потенциометрические сенсоры.	Типы мембран ионоселективных электродов (ИСЭ). Механизм действия мембран. Сенсоры со стеклянными мембранами. Электроды с твердыми мембранами. ИСЭ с жидкими мембранами. Конструкции

		ИСЭ. Потенциометрические химические сенсоры с полимерными мембранами. Мембраны для определения ионов кальция, калия, нитрат-ионов. Твердоконтактные ИСЭ. Потенциометрические газовые сенсоры. Датчики для определения концентраций растворенных газов. Типы газовых датчиков. Определение аммиака, углекислого газа и др. Ионоселективные полевые транзисторы. Ферментные полевые транзисторы. Разработка миниатюрных сенсоров. Способы определения активностей, концентраций ионов в растворе. Метод градуировочной зависимости, метод добавок. Ионметрическое титрование. Примеры практического применения (рН, ионов калия, кальция, магния, меди, свинца, серебра и других катионов, анионов : фторидов, нитратов, хлоридов, бромидов, иодидов, сульфидов, тиоцианатов и др.) в воде, почве, биожидкостях, пищевых продуктах и др.
<b><i>Содержательный модуль 2 «Электрохимические, оптические сенсоры»</i></b>		
<b><i>Тема</i></b>	<b>4.</b>	Вольтамперометрические, амперометрические, кулонометрические, кондуктометрические сенсоры. Механизм действия. Кислородный датчик. Определение глюкозы. Электрохимические сенсоры в проточно-инжекционном анализе. Примеры практического применения. Многоканальные сенсоры. «Электронный язык». «Электронный нос».
<b><i>Тема</i></b>	<b>5.</b>	Схемы детектирования. Преимущества и недостатки. Измерение оптической плотности, коэффициента преломления, люминесценции. рН-чувствительные оптоды. Оптоды для определения ионов металлов, кислорода и др. Флуоресцентные сенсоры. Примеры практического применения.

### Тематический план

Содержательный модуль 1											
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов										
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения				
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.			
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа
Тема 1. Типы сенсоров.	8			1	8						
Тема 2. Аналитические характеристики.	12		3	2	8						
Тема 3. Потенциометрические сенсоры.	16		3	3	8						
Итого по содержательному модулю 1	36	0	6	6	24						

Содержательный модуль 2											
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов										
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения				
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.			
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа
Тема 4. Электрохимические сенсоры.	20		3	3	12						
Тема 5. Оптические химические сенсоры.	16		3	3	12						
Итого по содержательному модулю 2	36	0	6	6	24						
Всего часов по модулям	72	0	12	12	48						

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Лекционные занятия не предусмотрены учебным планом.

### ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

<i>№ n/n</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Типы сенсоров	
2	Аналитические характеристики сенсоров	3
3	Потенциометрические сенсоры	3
4	Электрохимические сенсоры	3
5	Оптические химические сенсоры (ОХС)	3
	<b>Всего</b>	<b>12</b>

### ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

<i>№ n/n</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Аппаратура, используемая в ионометрических методах анализа на основе химических сенсоров. Ионометры с микропроцессорной техникой, рН-метры. Подготовка потенциометрических сенсоров к работе. Техника безопасности	1
2	Определение фторидов в воде по ГОСТ и ИСО. Исследование ИСЭ – F <sup>-</sup> . Построение градуировочной зависимости. Определение концентрации, активности аналита. Метод добавок. Определение метрологических и аналитических характеристик ИСЭ. Оценка и представление результатов анализа, сравнение с ПДК	2
3	Исследование ИСЭ – K <sup>+</sup> . Определение метрологических и аналитических характеристик ИСЭ. Ионометрическое определение калия в соленой воде, молочных продуктах, почве. Оценка и представление результатов анализа, сравнение с ПДК	3
4	Ионометрическое определение нитратов в минеральных водах, пищевых продуктах, подвижных форм в почвах	3
5	Исследование ИСЭ – NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> . Построение градуировочной зависимости. Определение концентрации, активности аналита. Оценка и представление результатов анализа, сравнение с ПДК	3
	<b>Всего</b>	<b>12</b>

## 6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

**Организация самостоятельной работы студентов**  
(соответственно данным в таблице тематического плана)

<i>№ n/n</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Типы сенсоров	8
2	Аналитические характеристики сенсоров	8
3	Потенциометрические сенсоры	8



4	Электрохимические сенсоры	12
5	Оптические химические сенсоры	12
		<b>48</b>

## 7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Индивидуальные задания программой не предусмотрены.

### Индивидуальная работа

**Цель:** овладеть теорией и практикой применения химических сенсоров в анализе.

1. В чем сходство и различие между разными типами ИСЭ?
2. С какой целью ко всем образцам и стандартным растворам добавляют корректор ионной силы?
3. Каким образом достигается селективность в потенциометрических газовых сенсорах?
4. В каких случаях вместо активности можно использовать концентрацию?
5. Какой из приведенных ниже методов применяют для определения активности  $K^+$  в сыворотке крови?
  - 5.1. пламенная фотометрия.
  - 5.2. атомно-эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой.
  - 5.3. ионометрический.
  - 5.4. спектрофотометрический?
6. В чем заключается различие между химическими сенсорами, физическими сенсорами (датчиками) и биосенсорами?
7. Приведите пример сенсора, используемого:
  - 7.1. при проведении клинических анализов,
  - 7.2. в контроле производства,
  - 7.3. в экологическом контроле.
 Объясните действия ИСЭ.
8. Каковы достоинства и недостатки оптических сенсоров?
9. С помощью  $K^+$ -селективного электрода измеряют концентрацию ионов калия в диапазоне от  $10^{-3}$  до  $10^{-4}M$ . Какова максимально допустимая концентрация ионов серебра, если ошибка измерения не должна составлять более 10%, а коэффициент селективности ИСЭ по ионам серебра составляет  $1,00 \cdot 10^{-4}$ ?
10. Какими характеристиками должен обладать химический реагент, включаемый в распознающий элемент оптического сенсора?
11. Каковы достоинства и недостатки использования тканей растений в качестве распознающих элементов?
12. В чем разница между терминами «специфичность» и «селективность»?
13. Для кальций-селективного ИСЭ угол наклона калибровочной кривой  $S$  при  $[Ca^{2+}] = 0,001 M$  составляет +29,6 мВ на десятикратное увеличение  $[Ca^{2+}]$ . В растворе  $CaCl_2$  с концентрацией 0,001M потенциал ячейки составил – 20,1 мВ. В растворе  $CaCl_2$  (0,001M) и NaCl (0,1M) потенциал ячейки составил -19,8 мВ. Рассчитать коэффициент селективности ионов  $Na^+$  в присутствии ионов  $Ca^{2+}$ .
14. При измерении амперометрическим сенсором концентрации ионов меди в серии образцов сточных вод получены следующие значения: 46, 50, 53, 47, 55, 52, 48, 46, 53 и 54 мг/л. Рассчитайте относительное стандартное отклонение.

### Индивидуальные задания

1. Прогнозируйте и экспериментально подтвердите значения pH для некоторых биологических и других систем :морская вода; кровь человека; молоко; слюна; столовый уксус; водный раствор пищевой соли; водный раствор кальцинированной соли; слезы; дистиллированная вода; питьевая вода; молоко; апельсиновый сок; томатный сок.
2. Приведите примеры ионометрических методик определения аналитов в воде, почве, воздухе, пищевых продуктах, рудах, минералах, биообъектах в соответствии с международными и государственными стандартами. Укажите интервал определяемых концентраций и методологические характеристики анализа.
3. В чем заключаются преимущества ИСЭ с полимерными мембранами? Каков механизм их действия? Опишите методику приготовления ИСЭ пленочного типа.
4. Приведите примеры твердоконтактных электродов. Перечислите их преимущества и недостатки.
5. Приведите примеры ИСЭ на анионные комплексы металлов. Объясните механизм их действия.

### 8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. В чем заключается принцип ионометрического метода анализа?
2. Дайте определение химического сенсора.
3. Что такое активность? Приведите примеры биохимических и других процессов, зависящих от активности ионов. Предложите методы определения активности ионов в растворе. Какие факторы необходимо учитывать при определении активности ионов в растворе?
4. Для каких растворов понятия активности и концентрации совпадают?
5. Какие характеристики ИСЭ входят в уравнение Никольского? Есть ли какие-то отличия при записи этого уравнения для электрода, селективного к катионам и анионам?
6. Предложите классификацию ИСЭ по типам мембраны.
7. Что такое коэффициент селективности и как его определить по ИЮПАК?
8. Какие методы оценки коэффициентов селективности известны? Почему чаще всего используют метод смешанных растворов?
9. Что такое градуировочная характеристика? В каких пределах она находится?
10. Что такое крутизна градуировочной характеристики? Какие факторы влияют на ее величину?
11. Дайте понятие предела обнаружения. Предложите способы его оценки. Какие факторы влияют на величину предела обнаружения?
12. Перечислите факторы, влияющие на время отклика ИСЭ.
13. Укажите источники погрешностей в ионометрии.
14. Предложите способы оценки правильности результатов анализа ионометрического определения.
15. Объясните механизм действия стеклянной мембраны. Почему pH – чувствительной является только хорошо вымоченная стеклянная мембрана?
16. Перечислите преимущества и недостатки стеклянного электрода для измерения pH раствора.
17. Почему стеклянный электрод дает неправильные результаты при измерении pH в сильнокислых и сильнощелочных растворах?
18. Почему дегидратация стеклянного электрода приводит к погрешностям в результатах измерений?
19. Что такое потенциал асимметрии? Каковы возможные причины его возникновения? Как его можно устранить?
20. Почему pH-метры необходимо калибровать?

21. Для определения каких катионов металлов используют стеклянные электроды?
22. Представьте схему формирования мембранного потенциала ИСЭ на следующие компоненты:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{Ag}^+$ .
23. Приведите примеры неорганических солей как основы твердых мембран ИСЭ.
24. Предложите ЭАВ для фторидселективного электрода.
25. Как объяснить электрическую проводимость кристаллических мембран? Чем обусловлена селективность мембраны на основе  $\text{LaF}_3$  для определения фторид-ионов?
26. Какие ионы мешают определению фторид-ионов в воде?
27. Почему определение фторид-ионов рекомендуется проводить в слабокислой среде? Как устранить мешающее влияние  $\text{Fe(III)}$  и  $\text{Al(III)}$ ?
28. Какие требования предъявляются к ЭАВ жидких мембран? Приведите примеры ИСЭ на этой основе. Объясните механизм их действия.
29. Что такое ферментный электрод? Приведите примеры ферментных электродов. Чем обусловлена высокая избирательность ферментных электродов?
30. Объясните механизм действия газовых электродов. Приведите примеры.
31. Что такое ионофор? Приведите примеры ИСЭ на основе ионофоров и объясните механизм их действия.

## 9. ОБРАЗЕЦ ВАРИАНТА МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ И КРИТЕРИЙ ОЦЕНИВАНИЯ

### ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» Химический факультет

Направление подготовки:	<b>04.04.01 Химия</b>
Магистерская программа:	<b>химия</b>
Программа подготовки	<b>академическая магистратура</b>
Семестр	<b>1</b>
Учебная дисциплина	<b>Химические сенсоры в анализе</b>

### МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ВАРИАНТ №1

- 1 Типы химических сенсоров. Схема химического сенсора.
- 2 Стеклянный электрод. Механизм действия стеклянной мембраны. Примеры применения в анализе природных и промышленных объектов.
- 3 Амперометрические сенсоры. Принцип действия. Электрод Кларка. Автоматическое определение кислорода в воде.
- 4 Для кальций-селективного ИСЭ угол наклона калибровочной кривой  $S$  при  $[\text{Ca}^{2+}] = 0,001 \text{ М}$  составляет  $+29,6 \text{ мВ}$  на десятикратное увеличение  $[\text{Ca}^{2+}]$ . В растворе  $\text{CaCl}_2$  с концентрацией  $0,001 \text{ М}$  потенциал ячейки составил  $-20,1 \text{ мВ}$ . В растворе  $\text{CaCl}_2$  ( $0,001 \text{ М}$ ) и  $\text{NaCl}$  ( $0,1 \text{ М}$ ) потенциал ячейки составил  $-19,8 \text{ мВ}$ . Рассчитать коэффициент селективности ионов  $\text{Na}^+$  в присутствии ионов  $\text{Ca}^{2+}$ .

Утверждено на заседании кафедры аналитической химии, протокол № \_\_\_\_ от “\_\_” \_\_ 20\_\_ г.

Зав. кафедрой  
Экзаменатор

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### Критерии оценивания модульного контроля

Номер задания	Количество баллов
Задание 1	15
Задание 2	15
Задание 3	10
Задание 4	10
Всего	50

## 10. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

По курсу предполагается проведение промежуточной аттестации в виде модульного контроля, выполнение индивидуальной работы и зачета.

*Распределение баллов, которые могут получить студенты  
в процессе изучения дисциплины*

Организационно учебная работа студента	СРС			Всего
	Индивидуальная работа	Модульный контроль	Индивидуальная творческая работа	
Max 25 баллов	max 25 баллов	max 50 баллов		100 баллов

### Шкала соответствия баллов национальной шкале

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100- балльной шкале	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
A	90-100	5 (отлично)	зачтено
B	80-89	4 (хорошо)	зачтено
C	75-79	4 (хорошо)	зачтено
D	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
E	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
FX	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

## 11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Проведение практических занятий проходит в аудиториях химического факультета ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ». Самостоятельная работа проходит в аудитории №510 кафедры аналитической химии.

Лабораторные занятия проводятся в химических лабораториях, оснащенных вытяжной вентиляцией, современным аналитическим оборудованием, химическими реактивами.

Учебная дисциплина обеспечена пособиями и учебно-методическими материалами, с которыми студент имеет возможность работать в читальных залах библиотеки ДонНУ.

## 12. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№	Наименование	Кол-во экземпляров библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
<i>Основная</i>			
1	Кристиан Г. Аналитическая химия [Текст] Учеб. для студентов. В 2-х т. Т.1 / Г. Кристиан; пер. с англ. А. В. Гармаша, Н. В. Колычевой, Г. В. Прохоровой ; вступ. ст. Ю. А. Золотова. - Москва: Бином. Лаб. знаний, 2009. – 623 с.	6	
2	Кристиан Г. Аналитическая химия [Текст] Учеб. для студентов. В 2-х т. Том 2 / Г. Кристиан; пер. с англ. А.В. Гармаша, Е.Э. Григорьевой, А.В. Ивановой и др. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 504 с.	6	
3	Шевчук І.О., Симонова Т.М. Іоноселективні електроди в аналізі природних і промислових об'єктів: Навчальний посібник [Текст]: – Донецьк: вид-во «Ноулідж» (Донецьке відділення), 2010. – 158 с. / Шевчук И.А., Симонова Т.Н. Ионоселективные электроды в анализе природных и промышленных объектов: Учебное пособие [Текст]. – Донецк: «Ноулидж» (Донецкое отделение), 2010. – 158 с.	31	Электронный ресурс
<i>Дополнительная</i>			
1	Аналитическая химия [Текст]: в 3-х томах: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению и специализации «Химия». Т. 1. Методы идентификации и определения веществ / под ред Л.Н. Москвина [А.А. Белюстин и др.]. – М.: Академия, 2008. – 576 с.	112	
2	Аналитическая химия [Текст]: в 3-х томах: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению и специализации «Химия». Т. 3. Химический анализ / под ред Л.Н. Москвина [Ч.Г. Зенкевич и др.]. – М.: Академия, 2010. – 365 с.	83	
3	Основы аналитической химии [Текст]: в 2 т.: учебник для студентов хим. направления и хим. специальностей вузов. Т. 1 / под ред. Ю.А. Золотова [Т. А. Большова и др.]. – 4-е изд. – Москва: Академия,	14	

	2010. – 384 с.		
4	Основы аналитической химии [Текст]: в 2 т.: учебник для студентов хим. направления и хим. специальностей вузов Т. 2 / под ред. Ю.А. Золотова [Н.В. Алов и др.]. – 4-е изд. – Москва: Академия, 2010. – 408 с.	71	

### 13. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

<http://mondnrjoru/> – Министерство образования и науки Донецкой Народной Республики

<http://resobrnadzor.ru/> – Республиканская служба по контролю и надзору в сфере образования и науки

<http://www.rusanalytchem.org/> – сайт «Аналитическая химия России»

<http://www.pubs.rsc.org/> – Journal of Atomic Absorption Spectrometry

<http://www.sciencedirect.com/> – Spectrochimica Acta. Part B/ Atomic Spectroscopy

### 14. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДОННУ, лицензия №46484614);
2. WindowsOffice (корпоративная лицензия ДОННУ, лицензия №46472919);
3. MicrosoftVisualStudio (лицензия программы DreamSpark для высших учебных заведений);
4. Лицензия GPL, Arach, BSD для свободного программного обеспечения:
  - Антивирус Касперского;
  - Adobe Acrobat Reader.

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры аналитической химии без изменений на 20\_\_ год.

Протокол №\_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ А.С. Алемасова