

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
Аналитической химии

Селеменев В.Ф.

15.06.2018 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.07 Экспресс- и тест-методы анализа

*Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом*

1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:

04.04.01 Химия

2. Профиль подготовки/специализации: Высокомолекулярные соединения

3. Квалификация (степень) выпускника: Магистр

4. Форма образования: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: Аналитической химии

6. Составители программы: Зяблов Александр Николаевич д.х.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

7. Рекомендована: НМС химического факультета № 5 от 24.05.2018

*(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола)*

*отметки о продлении вносятся вручную)*

8. Учебный год: 2018 / 2019

Семестр: 3

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

**Цель:** ознакомление магистров с существующими сенсорными методами анализа и перспективами их использования в мониторинге окружающей среды и химической промышленности.

**Задачи.** В ходе освоения дисциплины магистры должны:

- иметь представление об устройстве и принципах работы химических сенсоров и сенсорных систем с элементами искусственного интеллекта;
- знать возможности, достоинства и недостатки изучаемых сенсоров и области их применения;
- знать перспективы использования сенсоров в определении различных веществ.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** (цикл, к которому относится дисциплина, требования к входным знаниям, умениям и компетенциям, дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей)

Вариативная часть. Дисциплины по выбору.

Для изучения дисциплины необходимы знания, умения и компетенции, полученные обучающимися в бакалавриате. Должны иметь представления о химическом анализе:

**знать:** теоретические основы классических методов анализа;

**уметь:** провести статистическую обработку результатов;

**владеть:** практическими навыками химического эксперимента, техники безопасности при его проведении.

В результате освоения дисциплины студенты должны иметь представление о наиболее актуальных проблемах современной теоретической и экспериментальной химии; понимать их значение для развития науки и производства, должны иметь представление о химических сенсорах и перспективах их использования.

Знания, полученные при освоении данной дисциплины являются основой для последующего успешного прохождения практик.

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):**

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-1	Способность использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	<b>Знать:</b> основные понятия аналитической химии и физико-химических методов анализа. <b>Уметь:</b> применять полученные теоретические знания при решении конкретных аналитических задач. <b>Владеть (иметь навык(и)):</b> основными инструментальными методами анализа и способами обработки результатов анализа.
ПК-2	Владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии	<b>Знать:</b> теоретические основы, лежащие в основе выбранных методов анализа, достижения зарубежных и отечественных исследователей выбранного направления исследования. <b>Уметь:</b> практически выполнять экспериментальные и теоретические работы в выбранной области химической науки. <b>Владеть (иметь навык(и)):</b> навыками практической работы, фиксирования и обработки результатов измерения.

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 2 / 72.**

Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен) Зачет.

### 13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		3 семестр	4 семестр	...
Аудиторные занятия	18	18	–	
в том числе: лекции	18	18	–	
практические	–	–	–	
лабораторные	–	–	–	
Самостоятельная работа	54	54	–	
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – ___ час.)	0	0	–	
Итого:	72	72	–	

### 13.1 Содержание разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Практические занятия</b>		
1.1.	Введение.	Предмет, цели и задачи сенсорного анализа. Основные сведения о мультисенсорных системах. Перспективы использования мультисенсорных систем анализа в различных областях.
1.2.	Основные сведения о сенсорах. Терминология	Конструкции химических сенсоров. Распознающие элементы. Трансдюсеры. Аналитические характеристики. Методы иммобилизации. Химическое и биологическое распознавание молекул.
1.3.	Оптические сенсоры.	Спектроскопия поглощения в видимом диапазоне. Принцип работы оптоволоконных сенсоров. Оптические газовые сенсоры. Флуоресцентные реагенты. Сенсоры, основанные на спектроскопии внутреннего отражения. Методы светорассеяния. Спектроскопия квазиупругого рассеяния света. Фотонно-корреляционная спектроскопия. Измерение pH. Измерение CO <sub>2</sub> . Измерение аммиака. Примеры оптических биосенсоров.
1.4.	Электрохимические сенсоры	Ионоселективные электроды как потенциметрические сенсоры. Примеры ионоселективных электродов. Твердофазные потенциметрические химические сенсоры. Потенциметрические химические сенсоры с полимерными мембранами. Некоторые практические аспекты применения потенциметрических химических. Вольтамперометрические химические сенсоры. Твердоэлектролитные и полупроводниковые газовые сенсоры. Химически чувствительные полевые транзисторы. Ферментные полевые транзисторы. Применение сенсоров на основе полевых транзисторов. Кондуктометрические сенсоры и биосенсоры. Хемирезисторы. Кулонометрические сенсоры.
1.5.	Акустические сенсоры	Пьезоэлектрический эффект. Распространение акустических волн. Сенсоры на поверхностных акустических волнах и объемно-акустических волнах. Масс-чувствительные сенсоры. Пьезоэлектрические газовые и жидкостные сенсоры. «Электронный нос» и «электронный язык». Устройство и применение в анализе.

### 13.2 Разделы дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение.	–	2	–	8	10
2	Основные сведения о сенсорах. Терминология	–	2	–	16	18
3	Оптические сенсоры.	–	6	–	10	16
4	Электрохимические сенсоры	–	6	–	10	16
5	Акустические сенсоры	–	2	–	10	12
Итого:		–	18	–	54	72

**14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины работа с конспектами лекций, использование интернет ресурсов, выполнение лабораторных работ.**

**15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины:**

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Войтович И.Д. Интеллектуальные сенсоры / И.Д. Войтович, Корсунский В. М. – Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2009. – 624 с. – <URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=233292">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=233292</a> >.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
2	Каттралл Р.В. Химические сенсоры / Р. В. Каттралл; перевод с англ. О.О. Максименко; под ред. О. М. Петрухина – М.: Научный мир, 2000. - 143 с.
3	Аналитическая химия. Проблемы и подходы: в 2-х т. / Р. Кельнер, Ж.-М. Мерме, М. Отто, М. Видмер; перевод с англ. А. Г. Борзенко, [и др.]; под ред. Ю. А. Золотова. – М.: Мир: АСТ, 2004. - Т. 1. – 743 с.
4	Калач А.В. Введение в сенсорный анализ / А.В. Калач, А.Н. Зяблов, В.Ф. Селеменев. – Воронеж : Научная книга, 2007. – 164 с.
5	Будников Г.К. Основы современного электрохимического анализа / Г.К. Будников, В.Н. Майстренко, М.Р. Вяселев. – М. : Мир ; Бином Л.З., 2003. – 592 с.
6	Эггинс Б. Р. Химические и биологические сенсоры / Б. Р. Эггинс; перевод с англ. М. А. Слинкина; под ред. Л. Ф. Соловейчика. - М.: Техносфера, 2005. – 336 с.
7	Калач А.В. Сенсоры в анализе газов и жидкостей : монография / А.В. Калач, А.Н. Зяблов, В.Ф. Селеменев..- Воронеж : Воронеж. институт Госпротивопожарной службы МЧС России, 2011.-240 с.
8	Химические сенсоры : Проблемы аналитической химии / [Х.З. Брайнина и др.] ; Рос. акад. наук, Отделение химии и наук о материалах, Науч. совет по аналит. химии ; под ред. Ю.Г. Власова ; [сост. Ю.Г. Власов]. – Москва : Наука, 2011. – 398 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
9	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> – ЗНБ ВГУ
10	Сайт, посвященный сенсорам: Журналы, обзоры и публикации, производство. <a href="http://sensor.al.ru/links.html">http://sensor.al.ru/links.html</a>
11	Статьи журнала Sensors and Actuators B: Chemical расположены на сайте <a href="http://www.sciencedirect.com/science/journal/09254005">http://www.sciencedirect.com/science/journal/09254005</a>
12	Интернет ресурс для химиков <a href="http://www.chemweb.com/">http://www.chemweb.com/</a>
13	«Аналитика-Мир профессионалов» ИНТЕРНЕТ ПОРТАЛ ХИМИКОВ-АНАЛИТИКОВ <a href="http://www.anchem.ru/">http://www.anchem.ru/</a>
14	Интернет-ресурсы по методам химического анализа - <a href="http://www.rusanalytchem.org">http://www.rusanalytchem.org</a>

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы**

№ п/п	Источник
1	Тутов Е.А. Сенсоры измерительно-информационных систем : учебное пособие по специальности 010803 (014100) - "Микроэлектроника и полупроводниковые приборы". Ч.1 / Е.А. Тутов, С.В. Рябцев, М.К. Шаров ; Воронеж. гос. ун-т . – Воронеж : ЛОП ВГУ, 2005. – 27 с.
2	Бобрешова О.В. Потенциометрические сенсоры на основе ионообменников для анализа водных растворов : учебное пособие / О.В. Бобрешова, А.В. Паршина. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2012. – 153 с.

**17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости):**

ноутбук Dell Inspiration, мультимедийный проектор EPSON

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

иономеры, спектрофотометр, фотоколориметр, частотомер

## 19. Фонд оценочных средств:

### 19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ОПК-1	<b>Знать:</b> основные понятия аналитической химии и физико-химических методов анализа.	Раздел 1.1. Введение. Раздел 1.2. Основные сведения о сенсорах. Терминология. Раздел 1.3. Оптические сенсоры. Раздел 1.4. Электрохимические сенсоры. Раздел 1.5. Акустические сенсоры.	КИМ
	<b>Уметь:</b> применять полученные теоретические знания при решении конкретных аналитических задач.		
	<b>Владеть:</b> основными инструментальными методами анализа и способами обработки результатов анализа.		
ПК-2	<b>Знать:</b> теоретические основы, лежащие в основе выбранных методов анализа, достижения зарубежных и отечественных исследователей выбранного направления исследования.	Раздел 1.2. Основные сведения о сенсорах. Терминология. Раздел 1.3. Оптические сенсоры. Раздел 1.4. Электрохимические сенсоры. Раздел 1.5. Акустические сенсоры.	КИМ
	<b>Уметь:</b> практически выполнять экспериментальные и теоретические работы в выбранной области химической науки.		
	<b>Владеть:</b> навыками практической работы, фиксирования и обработки результатов измерения.		
Промежуточная аттестация			КИМ

### 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Обучающийся владеет теоретическими основами экспресс- и тест-методов анализа, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач, что соответствует освоению компетенций.</i>	<i>Повышенный уровень Базовый уровень Пороговый уровень</i>	<i>Зачтено</i>
<i>Ответ на контрольно-измерительный материал фрагментарный. Обучающийся демонстрирует несистематические, отрывочные знания, допускает грубые принципиальные ошибки, которые не устранены после дополнительных наводящих вопросов, что соответствует не освоению компетенций.</i>	–	<i>Неудовлетворительно</i>

### **19.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **19.3.1 Перечень вопросов к зачету:**

##### **Раздел 1. Введение**

Предмет, цели и задачи сенсорного анализа. Основные сведения о сенсорах.

##### **Раздел 2. Основные сведения о сенсорах**

Основные сведения о сенсорах. Терминология. Распознающие элементы. Трансдюсеры. Методы иммобилизации. Аналитические характеристики.

##### **Раздел 3. Оптические сенсоры.**

Оптические сенсоры. Принцип работы оптоволоконных сенсоров. Спектроскопия поглощения в видимом диапазоне. Оптические газовые сенсоры. Сенсоры, основанные на спектроскопии внутреннего отражения. Методы светорассеяния. Спектроскопия квазиупругого рассеяния света. Фотонно-корреляционная спектроскопия. Оптические сенсоры. Измерение pH. Измерение CO<sub>2</sub>. Измерение аммиака. Примеры оптических биосенсоров.

##### **Раздел 4. Электрохимические сенсоры**

Электрохимические сенсоры и биосенсоры. Твердофазные потенциметрические химические сенсоры. Потенциметрические химические сенсоры с полимерными мембранами. Вольт-амперометрические химические сенсоры. Кондуктометрические и кулонометрические сенсоры. Твердоэлектролитные и полупроводниковые газовые сенсоры. Применение сенсоров на основе полевых транзисторов. Химически чувствительные полевые транзисторы. Ферментные полевые транзисторы.

##### **Раздел 5. Акустические сенсоры**

Пьезоэлектрический эффект. Распространение акустических волн. Сенсоры на поверхностных акустических волнах и объемно-акустических волнах. Масс-чувствительные сенсоры. Пьезоэлектрические газовые и жидкостные сенсоры. Мультисенсорные системы в экологии.

### **19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах: письменных работ (контрольные работы, лабораторные работы); оценки результатов практической деятельности (лабораторные работы). Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний, позволяющие оценить степень сформированности умений.

При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.