

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.ДВ.01.01 Мультисенсорные системы в современном анализе
Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом

1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:

04.04.01 Химия

2. Профиль подготовки/специализации: Аналитическая химия

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: 2

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 мультисенсорных систем с элементами искусственного интеллекта «электронный нос» и «электронный язык»;
- 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 Преддипломной практики.

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	Знать: основные понятия аналитической химии и физико-химических методов анализа. Уметь: применять полученные теоретические знания при решении конкретных аналитических задач. Владеть (иметь навык(и)): основными инструментальными методами анализа и способами обработки результатов анализа.
ПК-2	Владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии	Знать: теоретические основы, лежащие в основе выбранных методов анализа, достижения зарубежных и отечественных исследователей выбранного направления исследования. Уметь: практически выполнять экспериментальные и теоретические работы в выбранной области химической науки. Владеть (иметь навык(и)): навыками практической работы, фиксирования и обработки результатов измерения.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 4 / 144.

Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен) Зачет с оценкой.

13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		1 семестр	2 семестр	...
Аудиторные занятия	36	–	36	
в том числе: лекции	18	–	18	
практические	–	–	–	
лабораторные	18	–	18	
Самостоятельная работа	108	–	108	
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – ___ час.)	Дифференцированный зачет	–	Дифф. зачет	
Итого:	144	–	144	

13.1 Содержание разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Практические занятия		
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.	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 ₂ . 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)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Введение.	2	–	–	10	12
2	Основные сведения о сенсорах.	2	–	–	20	22
3	Оптические сенсоры.	6	–	6	26	38
4	Электрохимические сенсоры	6	–	6	26	38
5	Акустические сенсоры	2	–	6	26	34
Итого:		18	–	18	108	144

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: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233292 >.

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. Брайнаина 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	www.lib.vsu.ru – ЗНБ ВГУ
10	Сайт, посвященный сенсорам: Журналы, обзоры и публикации, производство. http://sensor.al.ru/links.html
11	Статьи журнала Sensors and Actuators B: Chemical расположены на сайте http://www.sciencedirect.com/science/journal/09254005
12	Интернет ресурс для химиков http://www.chemweb.com/
13	«Аналитика-Мир профессионалов» ИНТЕРНЕТ ПОРТАЛ ХИМИКОВ-АНАЛИТИКОВ http://www.anchem.ru/
14	Интернет-ресурсы по методам химического анализа - http://www.rusanalytchem.org

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	Знать: основные понятия аналитической химии и физико-химических методов анализа.	Раздел 1.1. Введение. Раздел 1.2. Основные сведения о сенсорах.	Практические задания № 1 – 4
	Уметь: применять полученные теоретические знания при решении конкретных аналитических задач.	Раздел 1.3. Оптические сенсоры. Раздел 1.4. Электрохимические сенсоры. Раздел 1.5. Акустические сенсоры.	Практические задания № 1 – 4
	Владеть: основными инструментальными методами анализа и способами обработки результатов анализа.		Практические задания № 1 – 4
ПК-2	Знать: теоретические основы, лежащие в основе выбранных методов анализа, достижения зарубежных и отечественных исследователей выбранного направления исследования.	Раздел 1.2. Основные сведения о сенсорах. Раздел 1.3. Оптические сенсоры. Раздел 1.4. Электрохимические сенсоры. Раздел 1.5. Акустические сенсоры.	Практические задания № 1 – 4
	Уметь: практически выполнять экспериментальные и теоретические работы в выбранной области химической науки.		Практические задания № 1 – 4
	Владеть: навыками практической работы, фиксирования и обработки результатов измерения.		Практические задания № 1 – 4
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 в полной мере владеет теоретическими основами инструментальных методов анализа, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в физико-химическом анализе, что соответствует полному освоению компетенций.</i>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
<i>Обучающийся владеет теоретическими основами инструментальных методов анализа, способен иллюстрировать ответ примерами, допускает незначительные ошибки, неточности, которые исправлены после замечания преподавателя, что соответствует не достаточно полному освоению компетенций.</i>	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>

<i>Ответ на контрольно-измерительный материал неполный, без обоснований, объяснений. Демонстрирует частичные знания учебного материала, значительные затруднения в вопросах проведения анализа, что показывает недостаточное владение компетенциями. Ошибки устраняются по дополнительным вопросам преподавателя</i>	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</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>–</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 CO₂. Измерение аммиака. Примеры оптических биосенсоров.

Раздел 4. Электрохимические сенсоры

Электрохимические сенсоры и биосенсоры. Твердофазные потенциометрические химические сенсоры. Потенциометрические химические сенсоры с полимерными мембранами. Вольт-амперометрические химические сенсоры. Кондуктометрические и кулонометрические сенсоры. Твердозлектролитные 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.

19.3.2 Перечень практических заданий

Практическое задание № 1.

Общая характеристика химических сенсоров.

Практическое задание № 2.

Спектральные методы анализа. Оптические сенсоры.

Практическое задание № 3.

Электрохимические методы анализа. Потенциометрические сенсоры.

Практическое задание № 4.

Акустические сенсоры.

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.