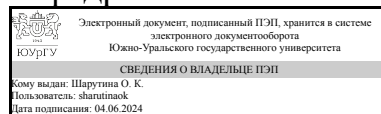


УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



О. К. Шарутина

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.12 Химические и биологические сенсоры
для направления 04.03.01 Химия

уровень Бакалавриат

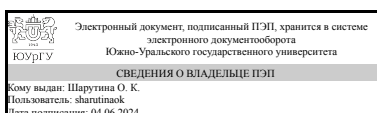
профиль подготовки Химия

форма обучения очная

кафедра-разработчик Теоретическая и прикладная химия

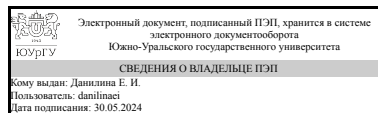
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия, утверждённым приказом Минобрнауки от 17.07.2017 № 671

Зав.кафедрой разработчика,
д.хим.н., проф.



О. К. Шарутина

Разработчик программы,
к.хим.н., доц., доцент



Е. И. Данилина

1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины – применение общих положений аналитической химии как базовой дисциплины подготовки химиков к специфическому анализу с помощью химических и биологических сенсоров. При ее реализации предполагается решение следующих задач: 1. Добиться прочного усвоения студентом знаний о принципах получения аналитического сигнала с помощью сенсоров различной природы. 2. Сформировать уверенное знание метрологических основ анализа с помощью современных сенсорных систем и тест-анализа с целью характеристики его точности и возможностей, интерпретации результатов аналитического определения с учетом работы сенсоров, основанных на различных принципах действия. 3. Распространить знание о химических и биологических сенсорных системах на автоматизацию химического анализа.

Краткое содержание дисциплины

Принципы функционирования химических и биологических сенсоров – датчиков, в которых два типа преобразователя (физический и химический) находятся в тесном контакте. Характеристика различных видов химических преобразователей (слой чувствительного материала, формирующего селективный отклик на определяемый компонент), разнообразных принципов действия и возможностей применения, сенсоров различных типов и конструкций. Описание роли химических и биологических сенсоров в непрерывном и автоматизированном химическом анализе.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен использовать фундаментальные химические понятия и законы при решении профессиональных задач	Знает: классификацию, конструкции и принципы действия химических и биологических сенсоров, их применимость в автоматизации анализа, современные технологии их изготовления, включая наносенсоры Умеет: связывать аналитический сигнал для различных типов электрохимических и оптических сенсоров с содержанием вещества в анализируемом объекте

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Физическая химия	Строение вещества, Наноструктуры и нанотехнологии, Основы кристаллохимии, Высокомолекулярные соединения, Основы методов разделения и концентрирования, Сtereoхимия и симметрия молекул, Коллоидная химия, Основы химии элементоорганических

	соединений, Неорганический синтез, Органическая химия
--	---

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Физическая химия	Знает: основные законы базовых разделов физической химии, теоретические основы химической термодинамики и кинетики, гомогенного и гетерогенного катализа, электрохимии, основные термодинамические и термохимические характеристики веществ, параметры химического и фазового равновесия, кинетические параметры химических реакций и закономерности их изменения в физико-химических процессах Умеет: использовать основные законы физической химии для анализа и интерпретации результатов экспериментов химической направленности, применять основные законы физической химии для решения теоретических и практических задач химической направленности и анализа полученных результатов, осуществлять эксперименты в области физической химии, на основе экспериментальных данных определять термодинамические и кинетические характеристики физико-химических процессов Имеет практический опыт:

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		4
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	35,75	35,75
подготовка к зачету	11,75	11,75
подготовка к контрольным работам	24	24
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25

Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет
--	---	-------

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основные сведения о химических и биологических сенсорах	6	6	0	0
2	Технологии изготовления химических и биологических сенсоров	14	14	0	0
3	Примеры использования химических сенсоров	8	8	0	0
4	Примеры использования биосенсоров	4	4	0	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Понятие о химических и биологических сенсорах и их классификация.	2
2	1	Химические закономерности, лежащие в основе действия химических сенсоров, аналитические характеристики	2
3	1	Принципы действия сенсоров различных классов.	2
4	2	Технология моно- и поликристаллических мембран	2
5	2	Твердоконтактные сенсоры, гелевые мембраны, фотолитография.	2
6	2	Виды травления, печатные сенсоры, текстильные сенсоры.	2
7	2	Тонкопленочные технологии в изготовлении сенсоров.	2
8	2	Особенности технологии биосенсоров, иммобилизация, самосборка.	2
9	2	Принципы послойной сборки биосенсоров, метод Лэнгмюра-Блоджетта.	2
10	2	Технология оптоволокон и изготовления оптродов	2
11	3	Потенциометрические, амперометрические, кондуктометрические газовые сенсоры.	2
12	3	Полупроводниковые металл-оксидные газовые сенсоры	2
13	3	Оптические, масс-чувствительные, термометрические газовые сенсоры	2
14	3	Электроаналитические и оптические сенсоры в анализе воды, микрофлюидные устройства.	2
15	4	Электроаналитические и оптические биосенсоры.	2
16	4	Биологические объекты, используемые в качестве распознающих элементов в биосенсорах, иммобилизация живых клеток.	2

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
подготовка к зачету	Кельнер, Р. Аналитическая химия, т.І: Гл.12, разд.1-5, с.486-501; Гл.13, разд.11-18, с.522-554; Гл.15, разд.2-4, с.610-614. Кельнер, Р. Аналитическая химия, т.ІІ: Гл.16, разд.16, с.76-80; Гл.22, разд.1-2, с.254-272; Гл.24, разд.4, с.308-317. Банника, Ф.-Г. Химические и биологические сенсоры: Гл. 1, разд.1-2, с.30-36; Гл.5, разд. 1-14, с.128-178, Гл.8, разд.1-6, с.241-271, Гл.10, разд.9-17, с.323-357; Гл.12, разд.12.1-12.5, с.418-434, Гл.19, разд.1-6, с.707-734	4	11,75
подготовка к контрольным работам	Кельнер, Р. Аналитическая химия, т.І: Гл.12, разд.1-5, с.486-501; Гл.13, разд.11-18, с.522-554; Гл.15, разд.2-4, с.610-614. Кельнер, Р. Аналитическая химия, т.ІІ: Гл.16, разд.16, с.76-80; Гл.22, разд.1-2, с.254-272; Гл.24, разд.4, с.308-317. Банника, Ф.-Г. Химические и биологические сенсоры: Гл. 1, разд.1-2, с.30-36; Гл.5, разд. 1-14, с.128-178, Гл.8, разд.1-6, с.241-271, Гл.10, разд.9-17, с.323-357; Гл.12, разд.12.1-12.5, с.418-434, Гл.19, разд.1-6, с.707-734	4	24

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	4	Текущий контроль	КМ № 1 по теме "Основные сведения о химических и биологических сенсорах"	17	17	КМ состоит из 4 частей. Письменный опрос осуществляется на каждой лекции по материалу предыдущей лекции. Студенту задаются 2-4 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос по одной части - 10 минут. Первая часть оценивается в 5 баллов, остальные по 4 балла. Критерии оценивания: 4 балла: Получены верные ответы на все поставленные вопросы. 3 балла: Получены в основном верные	зачет

						ответы. Дан неправильный ответ на 1 вопрос или частично правильные ответы на 2 вопроса. 2 балла: Получены в основном верные ответы. Даны неправильные ответы на 2 вопроса или частично правильные ответы на 4 вопроса. 1 балл: Дан правильный ответ только на 1 вопрос или частично правильные ответы на 2 вопроса. 0 баллов: Даны неправильные ответы или ответы отсутствуют.	
2	4	Текущий контроль	КМ № 2 по теме "Технологии изготовления химических сенсоров"	16	16	КМ состоит из 4 частей. Письменный опрос осуществляется на каждой лекции по материалу предыдущей лекции. Студенту задаются 2-4 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос по одной части - 10 минут. Каждая часть оценивается по 4 балла. Критерии оценивания: 4 балла: Получены верные ответы на все поставленные вопросы. 3 балла: Получены в основном верные ответы. Дан неправильный ответ на 1 вопрос или частично правильные ответы на 2 вопроса. 2 балла: Получены в основном верные ответы. Даны неправильные ответы на 2 вопроса или частично правильные ответы на 4 вопроса. 1 балл: Дан правильный ответ только на 1 вопрос или частично правильные ответы на 2 вопроса. 0 баллов: Даны неправильные ответы или ответы отсутствуют.	зачет
3	4	Текущий контроль	КМ № 3 по теме "Технологии изготовления биологических и оптических сенсоров"	12	12	КМ состоит из 3 частей. Письменный опрос осуществляется на каждой лекции по материалу предыдущей лекции. Студенту задаются 2-4 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос по одной части - 10 минут. Каждая часть оценивается по 4 балла. Критерии оценивания: 4 балла: Получены верные ответы на все поставленные вопросы. 3 балла: Получены в основном верные ответы. Дан неправильный ответ на 1 вопрос или частично правильные ответы на 2 вопроса. 2 балла: Получены в основном верные ответы. Даны неправильные ответы на 2 вопроса или частично правильные ответы на 4 вопроса. 1 балл: Дан правильный ответ только на 1 вопрос или частично правильные ответы на 2 вопроса. 0 баллов: Даны неправильные ответы или ответы отсутствуют.	зачет
4	4	Текущий	КМ № 4 по теме	20	20	КМ состоит из 5 частей. Письменный	зачет

		контроль	"Примеры использования химических и биологических сенсоров"			опрос осуществляется на каждой лекции по материалу предыдущей лекции Студенту задаются 2-4 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос по одной части - 10 минут. Каждая часть оценивается по 4 балла. Критерии оценивания: 4 балла: Получены верные ответы на все поставленные вопросы. 3 балла: Получены в основном верные ответы. Дан неправильный ответ на 1 вопрос или частично правильные ответы на 2 вопроса. 2 балла: Получены в основном верные ответы. Даны неправильные ответы на 2 вопроса или частично правильные ответы на 4 вопроса. 1 балл: Дан правильный ответ только на 1 вопрос или частично правильные ответы на 2 вопроса. 0 баллов: Даны неправильные ответы или ответы отсутствуют.	
5	4	Промежуточная аттестация	Зачет	-	4	4 балла: Обучающийся правильно ответил на вопросы каждой из тем КМ 1-4. 3 балла: Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы из трех тем КМ 1-4. 2 балла: Обучающийся ответил на вопросы из двух тем КМ 1-4, или с некоторыми неточностями на вопросы из трех тем. 1 балл: Обучающийся ответил на вопросы одной темы КМ 1-4, или с неточностями на вопросы 2 тем. Обучающемуся добавляется 0,5 балла за ответы на дополнительные вопросы. 0 баллов: обучающийся при ответе на теоретические вопросы продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений в рамках учебного материала.	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Контрольное мероприятие не является обязательным, зачет выставляется по рейтингу текущего контроля, однако студент может повысить рейтинг, ответив в письменной форме на теоретические вопросы тем соответствующих контрольных мероприятий 1-4.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5

ПК-1	Знает: классификацию, конструкции и принципы действия химических и биологических сенсоров, их применимость в автоматизации анализа, современные технологии их изготовления, включая наносенсоры	+	+	+	+	+	+
ПК-1	Умеет: связывать аналитический сигнал для различных типов электрохимических и оптических сенсоров с содержанием вещества в анализируемом объекте	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Аналитическая химия: Проблемы и подходы Т. 1 В 2 т. Ред.: Р. Кельнер и др.; Пер. с англ. А. Г. Борзенко; Под ред. Ю. А. Золотова. - М.: Мир: АСТ, 2004. - 608 с. ил.
2. Аналитическая химия: Проблемы и подходы Т. 2 В 2 т. Ред.: Р. Кельнер и др.; Под ред. Ю. А. Золотова. - М.: Мир: АСТ, 2004. - 728 с. ил.

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Баника, Ф.-Г. Химические и биологические сенсоры: основы и применения / Ф.-Г. Баника; пер. с англ. – М.: Техносфера, 2014. – 879 с.
2. Эггинс, Б. Химические и биологические сенсоры Б. Эггинс; Пер. с англ. М. А. Слинкина и др. - М.: Техносфера, 2005. - 335 с.
3. Аналитическая химия: Проблемы и подходы Т. 1 В 2 т. Ред.: Р. Кельнер и др.; Пер. с англ. А. Г. Борзенко; Под ред. Ю. А. Золотова. - М.: Мир: АСТ, 2004. - 608 с. ил.
4. Аналитическая химия: Проблемы и подходы Т. 2 В 2 т. Ред.: Р. Кельнер и др.; Под ред. Ю. А. Золотова. - М.: Мир: АСТ, 2004. - 728 с. ил.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Баника, Ф.-Г. Химические и биологические сенсоры: основы и применения / Ф.-Г. Баника; пер. с англ. – М.: Техносфера, 2014. – 879 с.
2. Эггинс, Б. Химические и биологические сенсоры Б. Эггинс; Пер. с англ. М. А. Слинкина и др. - М.: Техносфера, 2005. - 335 с.
3. Аналитическая химия: Проблемы и подходы Т. 1 В 2 т. Ред.: Р. Кельнер и др.; Пер. с англ. А. Г. Борзенко; Под ред. Ю. А. Золотова. - М.: Мир: АСТ, 2004. - 608 с. ил.
4. Аналитическая химия: Проблемы и подходы Т. 2 В 2 т. Ред.: Р. Кельнер и др.; Под ред. Ю. А. Золотова. - М.: Мир: АСТ, 2004. - 728 с. ил.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Золотов, Ю.А. Микрофлюидные системы для химического анализа. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2011. — 528 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/59604 — Загл. с экрана.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Игнатов, А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 528 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/684 — Загл. с экрана.

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	202 (1а)	Оборудование для проведения мультимедийных лекций: проектор, документ камера.