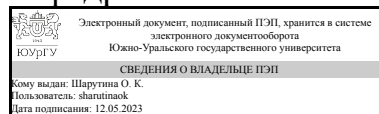


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

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

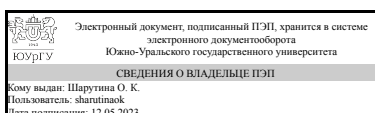
профиль подготовки Химия

форма обучения очная

кафедра-разработчик Теоретическая и прикладная химия

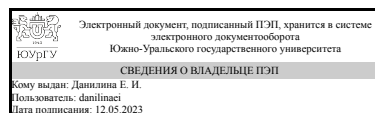
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия, утверждённым приказом Минобрнауки от 17.07.2017 № 671

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	Основы кристаллохимии, Стереохимия и симметрия молекул, Коллоидная химия, Органическая химия, Основы химии элементоорганических соединений, Основы методов разделения и концентрирования, Наноструктуры и нанотехнологии,

	Неорганический синтез, Строение вещества, Высокомолекулярные соединения
--	---

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 термодинамические и термохимические характеристики веществ, параметры химического и фазового равновесия, кинетические параметры химических реакций и закономерности их изменения в физико-химических процессах, основные законы базовых разделов физической химии, теоретические основы химической термодинамики и кинетики, гомогенного и гетерогенного катализа, электрохимии Умеет: осуществлять эксперименты в области физической химии, на основе экспериментальных данных определять термодинамические и кинетические характеристики физико-химических процессов, 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 Имеет практический опыт:

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость 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. 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.
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. Эггинс, Б. Химические и биологические сенсоры Б. Эггинс; Пер. с англ. М. А. Слинкина и др. - М.: Техносфера, 2005. - 335 с.

#### 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. 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.
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. Эггинс, Б. Химические и биологические сенсоры Б. Эггинс; Пер. с англ. М. А. Слинкина и др. - М.: Техносфера, 2005. - 335 с.

### 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: <a href="http://e.lanbook.com/book/59604">http://e.lanbook.com/book/59604</a> — 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: <a href="http://e.lanbook.com/book/684">http://e.lanbook.com/book/684</a> — 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.