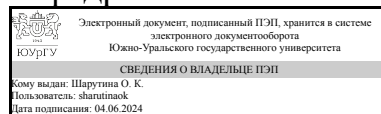


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

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

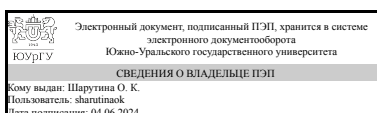
профиль подготовки Химия

форма обучения очная

кафедра-разработчик Теоретическая и прикладная химия

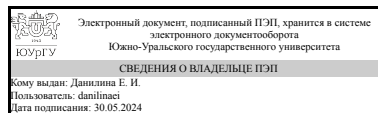
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия, утверждённым приказом Минобрнауки от 17.07.2017 № 671

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<br>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,<br>Наноструктуры и нанотехнологии,<br>Основы кристаллохимии,<br>Высокомолекулярные соединения,<br>Основы методов разделения и концентрирования,<br>Сtereoхимия и симметрия молекул,<br>Коллоидная химия,<br>Основы химии элементоорганических |

|  |   |
|--|---|
|  | соединений,<br>Неорганический синтез,<br>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<br>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<br>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.<br>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.<br>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.<br>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.<br>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<br>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: <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.  |