

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Химический институт им. А.М. Бутлерова



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Талорский Д.А.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

### Программа дисциплины

Вольтамперометрия в биологии и медицине Б1.В.ОД.7

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Методы аналитической химии

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Евтюгин Г.А.

**Рецензент(ы):**

Улахович Н.А.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Евтюгин Г. А.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Химического института им. А.М. Бутлерова:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 7137617

Казань  
2017

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Евтюгин Г.А. Кафедра аналитической химии Химический институт им. А.М. Бутлерова ,  
Gennady.Evtugyn@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины 'Вольтамперометрия в биологии и медицине' состоят в следующем: ознакомить с возможностями вольтамперометрических методов анализа веществ в медицине и биологии, при проведении клинических и фармакокинетических исследований, исследований в области молекулярной биологии и биохимии, а также смежных областях, включая фармакологию и медицину, сформировать представления о современных проблемах в биохимическом и клиническом анализе, о современных методах анализа биологически активных веществ и лекарственных препаратов и их использовании для решения конкретных аналитических задач в областях, связанных с анализом биологически активных соединений.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ОД.7 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 04.04.01 Химия и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Дисциплина 'Вольтамперометрия в биологии и медицине' относится к вариативной части блока дисциплин магистерской программы 'Методы аналитической химии'. В некоторой степени она связана с циклом химических дисциплин в методологической части курса, в которой обсуждаются важнейшие понятия, в обобщенном виде представляются системы подходов и методов, используемых в вольтамперометрическом анализе с помощью сенсоров и биосенсоров в области медицины и биологии.

Дисциплина 'Вольтамперометрия в биологии и медицине' базируется на знаниях и умениях, выработанных при прохождении курсов 'Неорганическая химия' (ионные равновесия в растворе, окислительно-восстановительные реакции) и 'Аналитическая химия' (инструментальные методы анализа), 'Физическая химия'

(сорбционные явления и каталитические процессы), 'Органическая химия' (основные классы органических соединений и их свойства), 'Супрамолекулярная химия'.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-3 (общекультурные компетенции)	должен обладать готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала;
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	должен обладать способностью использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач;
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	должен обладать способностью реализовать нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях;

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-2 (профессиональные компетенции)	должен обладать владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии;
ПК-3 (профессиональные компетенции)	должен обладать готовностью использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований.

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях
- теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач

2. должен уметь:

- использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач

3. должен владеть:

- владеть теорией и навыками практической работы в области вольтамперометрических сенсоров

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- реализовать нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях
- использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 3 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Вольтамперометрия в биологии и медицине. Введение. Электроды.	3	1	4	0	0	Устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Электрохимия в медицинской диагностике. Диагностические системы.	3	2	4	5	0	Устный опрос
3.	Тема 3. Ферментные сенсоры.	3	3	4	5	10	Презентация
4.	Тема 4. Микроэлектроды в химическом анализе	3	4	4	4	10	Устный опрос
5.	Тема 5. Определение нейротрансмиттеров	3	5	4	0	0	Контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	Экзамен
	Итого			20	14	20	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Вольтамперометрия в биологии и медицине. Введение. Электроды.

###### *лекционное занятие (4 часа(ов)):*

Лекция (4 часа). Вольтамперометрия в биологии и медицине. Введение. Электроды. Печатные графитовые электроды. Контроль поверхности и активация электрода. Модифицированные электроды в составе биосенсоров. Электроды с наноразмерными частицами металлов. Электроды с инсулированным слоем. Электроды с микрокольцом.

##### Тема 2. Электрохимия в медицинской диагностике. Диагностические системы.

###### *лекционное занятие (4 часа(ов)):*

Лекция (4 часа). Электрохимия в медицинской диагностике. Измерение уровня глюкозы. Глюкозные инвазивные и неинвазивные сенсоры. Глюкометры. Способы отбора пробы.

###### *практическое занятие (5 часа(ов)):*

Практическое занятие (5 часов). Диагностические системы. "Диагностическая стена". Диагностикумы. Ферментные сенсоры в смартфоне. Биосенсоры в линзе.

##### Тема 3. Ферментные сенсоры.

###### *лекционное занятие (4 часа(ов)):*

Лекция (4 часа). Ферментные сенсоры. Классификация ферментов. Способы иммобилизации. Лактатные сенсоры. Измерение концентрации лактата. Контроль концентрации лактата при занятиях фитнесом.

###### *практическое занятие (5 часа(ов)):*

Практическое занятие (5 часов). Коммерческие ферментные сенсоры. Сенсоры на мочевую кислоту. Сенсоры на холестерин. Измерение уровня холестерина.

###### *лабораторная работа (10 часа(ов)):*

Лабораторная работа: 1. Определение антиоксидантной емкости плазмы крови с помощью вольтамперометрического сенсора. 2. Определение антиоксидантной емкости крови с помощью вольтамперометрического сенсора. 3. Определение концентрации кислорода в искусственной плазме крови с помощью вольтамперометрического сенсора.

##### Тема 4. Микроэлектроды в химическом анализе

###### *лекционное занятие (4 часа(ов)):*

Лекция (4 часа). Микроэлектроды в химическом анализе. Микроэлектроды в клиническом анализе. Типы микроэлектродов, устройство. Свойства микроэлектродов: омическое сопротивление, ёмкость на границе раздела, временная постоянная, массоперенос. Имплантируемые сенсоры.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Практическое занятие (4 часа) Методы изготовления микроэлектродов и массивов сенсоров. Доступные микроэлектроды. pH-чувствительный микроэлектрод. Кислородный микроэлектрод. NO-микроэлектрод.

**лабораторная работа (10 часа(ов)):**

Лабораторная работа: 1. Определение окислительно-восстановительного потенциала сыворотки крови с помощью вольтамперометрического сенсора. 2. Определение окислительно-восстановительного потенциала крови с помощью вольтамперометрического сенсора. 3. 3. Определение концентрации кислорода в крови с помощью вольтамперометрического сенсора.

**Тема 5. Определение нейротрансмиттеров**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Лекция (4 часа) Определение нейротрансмиттеров. Метаболизм тирозина. Метаболизм норэпинефрина. Электрохимия катехоламинов. Определение катехоламинов: мешающее влияние аскорбиновой и мочевой кислот; общие потенциалы окисления; склонность к олигомеризации и пассивации электрода. Измерение уровня дофамина.

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Вольтамперометрия в биологии и медицине. Введение. Электроды.	3	1	подготовка к устному опросу	10	устный опрос
2.	Тема 2. Электрохимия в медицинской диагностике. Диагностические системы.	3	2	подготовка к устному опросу	10	устный опрос
3.	Тема 3. Ферментные сенсоры.	3	3	подготовка к презентации	10	презентация
4.	Тема 4. Микроэлектроды в химическом анализе	3	4	подготовка к устному опросу	10	устный опрос
5.	Тема 5. Определение нейротрансмиттеров	3	5	подготовка к контрольной работе	14	контрольная работа
	Итого				54	

**5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения**

Система интерактивного опроса  
Компьютерные презентации лекций

**6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

## **Тема 1. Вольтамперометрия в биологии и медицине. Введение. Электроды.**

устный опрос , примерные вопросы:

Примерные вопросы: 1. Области применения вольтамперометрических сенсоров. 2. Классификация вольтамперометрических сенсоров по типу электрода. 3. Классификация сенсоров по способу регистрации аналитического сигнала.

## **Тема 2. Электрохимия в медицинской диагностике. Диагностические системы.**

устный опрос , примерные вопросы:

Примерные вопросы: 1. Устройство глюкозного сенсора. 2. Типы глюкометров. 3. Диагностика заболеваемости.

## **Тема 3. Ферментные сенсоры.**

презентация , примерные вопросы:

Темы презентаций: 1. Биологические компоненты в составе ферментных сенсоров. 2. Применение ферментных сенсоров в фармакологии и фармакокинетике. 3. Применение методов физической иммобилизации ферментов при изготовлении ферментных сенсоров.

## **Тема 4. Микроэлектроды в химическом анализе**

устный опрос , примерные вопросы:

Примерные вопросы: 1. Классификация микроэлектродов. 2. Устройство микроэлектродов. 3. Методы изготовления микроэлектродов.

## **Тема 5. Определение нейротрансмиттеров**

контрольная работа , примерные вопросы:

Примерные вопросы для контрольной работы: 1. Классификация нейротрансмиттеров. 2. Микроэлектроды на основе печатных электродов: изготовление и свойства. 3. Методы стабилизации фермента в составе ферментативного сенсора.

## **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

Билет для экзамена ♦ 1

1. Способы контроля поверхности и "активации" печатного графитового электрода.
2. Методы определения катехоламинов.
3. Ковалентная иммобилизация ферментов при изготовлении ферментных биосенсоров.

### **7.1. Основная литература:**

1. Евтюгин, Г.А. Электрохимические (био)сенсоры на основе супрамолекулярных структур / Г. А. Евтюгин, И. И. Стойков ; Казан. федер. ун-т, Хим. ин-т им. А. М. Бутлерова .? Казань : [Издательство Казанского университета], 2016 .? 296 с. : ил. ; 26 .? Библиогр. в конце гл. ? ISBN 978-5-00019-722-6 ((в обл.))
2. Аналитическая химия : в 2 томах / Г. Кристиан ; пер. с англ. А. В. Гармаша [и др.] ; вступ. ст. акад. РАН Ю. А. Золотова .? Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013 .? ; 25 .? (Лучший зарубежный учебник) .? ISBN 978-5-94774-389-0 ((БИНОМ. ЛЗ)) . [Т.] 1 .? 2013 .? 623 с. : ил. ? Библиогр. в конце гл. ? ISBN 978-5-94774-390-6 ((т. 1)) .
3. Аналитическая химия : в 2 томах / Г. Кристиан ; пер. с англ. А. В. Гармаша [и др.] ; вступ. ст. акад. РАН Ю. А. Золотова .? Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013 .? ; 25 .? (Лучший зарубежный учебник) .? ISBN 978-5-94774-389-0 ((БИНОМ. ЛЗ)) . [Т.] 2 .? 2013 .? 504 с. : ил. ? Библиогр. в прил.: с. 455-458 .? Предм. указ.: с. 483-497 .? ISBN 978-5-94774-391-3 ((т. 2)) .
4. Дамаскин, Б.Б. Электрохимия. [Электронный ресурс] / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий, Г.А. Цирлина. ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2015. ? 672 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/58166> ? Загл. с экрана.
5. Тучин, В.В. Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях. [Электронный ресурс] ? Электрон. дан. ? М. : Физматлит, 2010. ? 499 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2350> ? Загл. с экрана.

## 7.2. Дополнительная литература:

1. Химическая безопасность и мониторинг живых систем на принципах биомиметики : учебное пособие : для студентов высших учебных заведений, обучающихся по химическим специальностям / Г.К. Будников, С.Ю. Гармонов, Э.П. Медянцева, Г.А. Евтюгин .? Москва : ИНФРА-М, 2013 .? 319, [1] с. : ил. ; 22 .? (Высшее образование , Бакалавриат) .? Библиогр.: с. 315-318 (70 назв.) .? ISBN 978-5-16-005749-1 ((в пер.))
2. Медицина чрезвычайных ситуаций. Организация. Клиника. Диагностика. Лечение. Реабилитация. Инновации. Том 1. Коллективная монография. [Электронный ресурс] ? Электрон. дан. ? Казань : КФУ (Казанский, 2015. ? 780 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/72833> ? Загл. с экрана.
3. Уилсон, К. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии. [Электронный ресурс] / К. Уилсон, Д. Уолкер. ? Электрон. дан. ? М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. ? 855 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/66244> ? Загл. с экрана.
4. Евтюгин, Г.А. Электрохимические ДНК-сенсоры для определения биологически активных низкомолекулярных соединений / Г. А. Евтюгин, Г. К. Будников, А. В. Порфирьева // Рос. хим. ж. - 2008ю - Т. 52. - С.66-79.

## 7.3. Интернет-ресурсы:

- Аналитическая химия в России - <http://www.rusanalytchem.org/default.aspx>  
биосенсоры в казанском университете - <http://chem.kpfu.ru/>  
Полезная информация по химии - <http://www.alhimikov.net/>  
Российский химико-аналитический портал - <http://www.anchem.ru>  
Словари и энциклопедии - <http://dic.academic.ru>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Вольтамперометрия в биологии и медицине" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.



Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Компьютерный проектор

Система интерактивного опроса

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 04.04.01 "Химия" и магистерской программе Методы аналитической химии .

Автор(ы):

Евтюгин Г.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Улахович Н.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.