

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



20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Супрамолекулярные системы в электрохимических сенсорах и биосенсорах

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Химия супрамолекулярных нано- и биосистем

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

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. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-3	готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);
ОПК-1	способностью использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
ПК-2	владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии (ПК-2);

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основы электрохимических методов исследования супрамолекулярных систем, принципы включения супрамолекулярных систем в состав электрохимических сенсоров и биосенсоров, механизм электродных реакций переноса электрона, протекающих с участием супрамолекулярных систем, условия проявления влияния супрамолекулярных систем при определении низкомолекулярных соединений, особенности функционирования электрохимических сенсоров и биосенсоров с учетом состава и строения супрамолекулярных рецепторных структур, основные научно-технические проблемы, возникающие при исследовании супрамолекулярных систем и их внедрении в состав сенсорных устройств.

Должен уметь:

прогнозировать электрохимическое поведение супрамолекулярных систем в зависимости от их структуры и включения электрохимически активных "гостей", ставить и самостоятельно решать задачи по созданию электрохимических сенсоров на основе систем типа "гость - хозяин", исследовать поведение супрамолекулярных комплексов методами электрохимии с целью решения конкретных задач создания сенсоров и биосенсоров, ориентироваться в методах иммобилизации биологических компонентов в состав биосенсоров и регистрации их сигнала, ориентироваться в современной научной литературе и вести дискуссию в области электрохимии супрамолекулярных систем

Должен владеть:

навыками творческого обобщения полученных знаний, конкретного и объективного изложения своих знаний в письменной и устной форме, фундаментальными знаниями о специфике поведения супрамолекулярных систем, способных к распознаванию электрохимически активных анализаторов, понимать механизм проявления особенностей образования и строения комплексов типа "гость-хозяин" и их использования в электрохимических сенсорах и биосенсорах.

Должен демонстрировать способность и готовность:

понимать сущность процессов, определяющих характеристики электрохимических сенсоров и биосенсоров и применять полученные знания на практике для создания новых сенсорных устройств.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.О.Д.6 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.04.01 "Химия (Химия супрамолекулярных нано- и биосистем)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 1 курсе в 1 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 34 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 16 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 38 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 1 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. Химические сенсоры и биосенсоры	1	2	0	0	2
2.	Тема 2. Основные способы измерения сигнала химических сенсоров	1	2	0	0	2
3.	Тема 3. Электрохимические сенсоры и биосенсоры	1	2	0	0	2
4.	Тема 4. Оптические сенсоры и биосенсоры	1	2	0	0	2
5.	Тема 5. Иные принципы регистрации сигнала (био)сенсоров	1	2	0	0	2
6.	Тема 6. Супрамолекулярные системы как составные блоки сенсоров и биосенсоров	1	2	0	0	2
7.	Тема 7. Сенсоры на основе циклодекстринов	1	2	0	0	2
8.	Тема 8. Сенсоры на основе каликсаренов и родственных макроциклических соединений	1	0	2	0	2
9.	Тема 9. Сенсоры на основе краун-эфиров и их комплексов	1	0	2	0	2
10.	Тема 10. Сенсоры на основе дендримеров и гипер-разветвленных полимеров	1	0	2	0	2
11.	Тема 11. Сенсоры на основе пленок Ленгмюра-Блодже	1	0	2	0	2
12.	Тема 12. Сенсоры на основе полиэлектролитных комплексов	1	0	2	0	2
13.	Тема 13. Самоорганизующиеся слои в составе (био)сенсоров	1	0	4	0	2
14.	Тема 14. Биологические супрамолекулярные системы: ДНК	1	0	2	0	2
15.	Тема 15. Биологические супрамолекулярные системы: белки	1	2	0	0	5
16.	Тема 16. Биологические супрамолекулярные системы: биологический компьютер	1	2	0	0	5
	Итого		18	16	0	38

4.2 Содержание дисциплины (модуля)**Тема 1. Введение. Химические сенсоры и биосенсоры**

Введение. Химические сенсоры и биосенсоры. Основные понятия: преобразователь сигнала, модифицирующий слой, сигнал сенсора. Динамический и стационарный сигнал, классификация химических сенсоров и биосенсоров по природе модифицирующих компонентов. Краткая история эволюции подходов к модификации сенсоров. Требования, предъявляемые к операционным характеристикам сенсоров.

Тема 2. Основные способы измерения сигнала химических сенсоров

Введение. Химические сенсоры и биосенсоры. Основные понятия: преобразователь сигнала, модифицирующий слой, сигнал сенсора. Динамический и стационарный сигнал, классификация химических сенсоров и биосенсоров по природе модифицирующих компонентов. Краткая история эволюции подходов к модификации сенсоров. Требования, предъявляемые к операционным характеристикам сенсоров.

Тема 3. Электрохимические сенсоры и биосенсоры

Электрохимические сенсоры и биосенсоры. Основные понятия электрохимии на границе электрод - раствор. Стационарный потенциал. Ток заряжения. Строение двойного электрического тока. Основные способы регистрации сигнала электрохимических сенсоров: потенциометрия, вольтамперометрия, кулонометрия, спектроскопия электрохимического импеданса. Сравнительная характеристика различных вариантов электро-химических детекторов. Требования к первичным преобразователям сигнала в электрохимических (био)сенсорах.

Тема 4. Оптические сенсоры и биосенсоры

Оптические сенсоры и биосенсоры. Краткая характеристика оптических явлений при взаимодействии вещества и электромагнитного излучения. Спектры поглощения, излучения и рассеяния. Явления поверхностного плазмонного резонанса (SERS), электролюминесценции, флуоресцентного резонансного переноса энергии. Особенности конструкции первичных преобразователей сигнала в оптических (био)сенсорах.

Тема 5. Иные принципы регистрации сигнала (био)сенсоров

Иные принципы регистрации сигнала (био)сенсоров. MEMS -микроэлектромеханические устройства. Кантилеверы и пьезокварцевые резонаторы как пример масс-чувствительных сенсоров. Уравнение Зауэрбрея и границы его применимости при использовании сенсоров в жидких средах. Первичный и вторичный пьезоэффект. Энталпийметрические сенсоры. Миниатюрные термисторы как преобразователи сигнала биосенсоров.

Тема 6. Супрамолекулярные системы как составные блоки сенсоров и биосенсоров

Супрамолекулярные системы как составные блоки сенсоров и биосенсоров. Общая характеристика супрамолекулярных систем. Примеры использования супрамолекулярных систем для решения задач химического и биохимического распознавания. Достоинства и недостатки супрамолекулярных рецепторов. Способы включения супрамолекулярных структур в поверхностный слой (био)сенсора. Функции супрамолекулярных структур в (био)сенсорах: рецепторы, носители биохимических компонентов, структурообразующие элементы, медиаторы электронного переноса и оптические метки. Примеры реализации.

Тема 7. Сенсоры на основе циклодекстринов

Сенсоры на основе циклодекстринов. Особенности строения циклодекстринов. Примеры модификации циклодекстринов при их использовании в составе сенсоров. Особенности распознавания и комплексообразования участием циклодекстринов. Примеры использования циклодекстринов для избирательного переноса (адсорбции) определяемых компонентов в состав чувствительного слоя сенсоров.

Тема 8. Сенсоры на основе каликсаренов и родственных макроциклических соединений

Сенсоры на основе каликсаренов и родственных макроциклических соединений. Потенциометрические сенсоры на ионы металлов на основе нейтральных ионофоров на каликсареновой платформе. Вольтамперометрические и оптические сенсоры на основе каликсаренов. Примеры определения органических соединений с помощью сенсоров.

Тема 9. Сенсоры на основе краун-эфиров и их комплексов

Сенсоры на основе краун-эфиров и их комплексов. Способы включения краун-эфиров в состав органических лигандов и их включения в состав поверхностного слоя сенсора. Потенциометрические и оптические сенсоры на основе краун-эфиров. Влияние избирательности сигнала сенсоров от размера полости краун-эфира. Родственные краун-эфирам органические лиганды ? аза-краун-эфиры, криптанды и поданды.

Тема 10. Сенсоры на основе дендримеров и гиперразветвленных полимеров

Сенсоры на основе дендримеров и гиперразветвленных полимеров. Строение дендримеров и основные пути их синтеза. Способы включения в состав дендримеров электрохимически и оптически активных группировок. Химические сенсоры на основе дендримеров с электрохимически активными метками. Преимущества дендримеров в составе биосенсоров. Ферментные, иммuno- и ДНК-сенсоры с включением дендримеров.

Тема 11. Сенсоры на основе пленок Ленгмюра-Блодже

Сенсоры на основе пленок Ленгмюра-Блодже (ЛБ). Способы получения пленок ЛБ и количественные характеристики их состава и устойчивости. Одно-, двух- и полислойные липидные пленки. Пленки ЛБ на твердых носителях. Способы включения биохимических компонентов в состав пленок ЛБ. Оптические сенсоры на основе пленок ЛБ. Гибридные покрытия ЛБ и самоорганизующихся монослоев.

Тема 12. Сенсоры на основе полиэлектролитных комплексов

Сенсоры на основе полиэлектролитных комплексов. Технология послойной самосборки сенсорных покрытий. Достоинства и недостатки электростатической самосборки. Включение наноразмерных частиц в полиэлектролитные комплексы. примеры реализации полислойных пленок в составе ферментных, иммуно- и ДНК-сенсоров.

Тема 13. Самоорганизующиеся слои в составе (био)сенсоров

Самоорганизующиеся монослой (САМ) в составе (био)сенсоров. Механизм образования САМ на золоте. Требования к строению компонентов слоя. Контроль регулярности строения и полноты заполнения поверхности. Включение низкомолекулярных и высокомолекулярных компонентов в САМ. Применение САМ для контроля неспецифической адсорбции, иммобилизации биохимических компонентов, генерирования сигнала биосенсоров. Гибридные слои на основе САМ. нанолитография и образование САМ на золоте и серебре.

Тема 14. Биологические супрамолекулярные системы: ДНК

Биологические супрамолекулярные системы: ДНК. Строение спирали ДНК. Функции биохимического распознавания с участием ДНК. Синтетические супрамолекулярные структуры на основе олигонуклеотидов. ДНК как накопитель информации. ДНК как элемент биосенсора для контроля генетической информации клетки. ДНК как матрица получения наноразмерных структур биосенсоров. Проблема ДНК как органического полупроводника.

Тема 15. Биологические супрамолекулярные системы: белки

Биологические супрамолекулярные системы: белки. Строение белка и биохимические функции низкомолекулярных белков. Создание энантиосенсоров на основе белков и протеинов. Металлокофакторы в составе белков. Полиферментные комплексы как компоненты биосенсоров. Биосенсоры на основе цитохрома P450 и фотосинтетической системы I (II) как модель супрамолекулярной организации белковых молекул для биохимического распознавания.

Тема 16. Биологические супрамолекулярные системы: биологический компьютер

Биологические супрамолекулярные системы: биологический компьютер. Микроэлектроника на основе супрамолекулярных систем: ДНК-диод, ДНК-транзистор. Логические элементы на основе каскадов ферментов. Элементы ДНК-компьютера и тело-меразы. Перспективы создания биологического компьютера и потенциальные области его применения.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996н/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);

- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

ДНК-оригами -

http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/31989e10-23ee-9d75-84ae-3831b0717da6/10-11_08_2006.pdf

Интернет-ресурсы поисковых систем - www.rambler.ru

Интернет-ресурсы поисковых систем - www.chem.msu.ru

Лаборатория биологических чипов - <http://www.biochip.ru>

Русские биотехнологии и биоинформатика - <http://www.rusbiotech.ru>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Работа с конспектом лекций</p> <p>Просмотрите конспект сразу после занятий, отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.</p> <p>Регулярно отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	<p>Методические указания по подготовке к практическим занятиям:</p> <p>При самостоятельной работе по подготовке к практическим занятиям необходимо ознакомиться с темой и списком вопросов по теме. Повторите лекционный материал по теме, отметьте 'проблемные' точки. Определите необходимую литературу из рекомендованной к курсу, можно воспользоваться интернет-источниками. При работе с источниками, учебниками и методическими пособиями, выполняйте общие рекомендации по самостоятельной работе. Сформируйте тезисный список ответов на вопросы, со своими замечаниями и комментариями. Студент должен быть готов ответить на поставленные вопросы, аргументировать свой вариант ответа, ответить на дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя. После окончания дискуссии оценить степень правильности своих ответов, уяснить суть замечаний и комментариев преподавателя.</p>
самостоятельная работа	<p>Методические указания по самостоятельной работе:</p> <p>Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины; - подготовку к практическим занятиям, устным опросам и контрольной работе; - работу с Интернет-источниками; - подготовку к сдаче практических работ, защите практической работы, сдаче экзамена, выполнение домашнего задания. <p>Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе дисциплины. По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины, следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
зачет	<p>Методические рекомендации по подготовке к зачету</p> <p>На зачете определяется качество и объем усвоенных студентами знаний, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановки цели и выбору путей ее достижения, а также умение работать с нормативными документами в рамках дисциплины. Он может проводиться в устной или письменной формах. Форму проведения определяет кафедра. Подготовка к зачету ? процесс индивидуальный. Тем не менее, существуют некоторые правила, знания которых могут быть полезны для всех. Залогом успешной сдачи зачета является систематическая работа над учебной дисциплиной в течение семестра. Подготовку желательно вести, исходя из требований программы учебной дисциплины. Целесообразно пошаговое освоение материала, выполнение различных заданий по мере изучения соответствующих содержательных разделов дисциплины. Если, готовясь к зачету, вы испытываете затруднения, обращайтесь за советом к преподавателю, тем более что при систематической подготовке у вас есть такая возможность. Готовясь к зачету, лучше всего сочетать повторение теоретических вопросов с выполнением практических заданий. Требования к знаниям студентов определены федеральным государственным образовательным стандартом и рабочей программой дисциплины. Цель зачета ? проверка и оценка уровня полученных студентом специальных познаний по учебной дисциплине и соответствующих им умений и навыков, а также умения логически мыслить, аргументировать избранную научную позицию, реагировать на дополнительные вопросы, ориентироваться в массиве информации, дефиниций и категорий права. Оценке подлежат правильность и грамотность речи студента, а также его достижения в течение семестра. Дополнительной целью зачета является формирование у студентов таких качеств, как организованность, ответственность, трудолюбие, принципиальность, самостоятельность. Таким образом, проверяется сложившаяся у студента система знаний по дисциплине, что играет большую роль в подготовке будущего специалиста, способствует получению им фундаментальной и профессиональной подготовки. При подготовке к зачету важно правильно и рационально распланировать свое время, чтобы успеть на качественно высоком уровне подготовиться к ответам по всем вопросам. Во время подготовки к зачету студенты также систематизируют знания, которые они приобрели при изучении основных тем курса в течение семестра. Это позволяет им уяснить логическую структуру дисциплины, объединить отдельные темы единую систему, увидеть перспективы ее развития. Самостоятельная работа по подготовке к зачету во время сессии должна планироваться студентом, исходя из общего объема вопросов, вынесенных на зачет, так, чтобы за предоставленный для подготовки срок он смог равномерно распределить приблизительно равное количество вопросов для ежедневного изучения (повторения). Важно, чтобы один последний день (либо часть его) был выделен для дополнительного повторения всего объема вопросов в целом. Это позволяет студенту самостоятельно перепроверить усвоение материала</p>

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 04.04.01 "Химия" и магистерской программе "Химия супрамолекулярных нано- и биосистем".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.6 Супрамолекулярные системы в
электрохимических сенсорах и биосенсорах

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Химия супрамолекулярных нано- и биосистем

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Основная литература:

1. Акберрова Н. И. Методы молекулярной филогении: учебно-методическое пособие. - Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2014. - 26 с. Режим доступа: http://libweb.kpfu.ru/ebooks/01-IFMB/01_012_000708.pdf
2. Абатурова, А.М. Нанобиотехнологии : практикум. [Электронный ресурс] / А.М. Абатурова, Д.В. Багров, А.А. Байжуманов, А.П. Бонарцев. - Электрон. дан. - М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 403 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/84101>
3. Основы нанотехнологии: учебник [Электронный ресурс] : учеб. / Н.Т. Кузнецов [и др.]. - Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2017. - 400 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94129>

Дополнительная литература:

1. Нано- и биокомпозиты. [Электронный ресурс] ? Электрон. дан. - М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 393 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/66206>
2. Рыжонков, Д.И. Наноматериалы: учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Д.И. Рыжонков, В.В. Лёвина, Э.Л. Дзидзигури. - Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2017. - 368 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94117>

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.6 Супрамолекулярные системы в
электрохимических сенсорах и биосенсорах

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая
перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Химия супрамолекулярных нано- и биосистем

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. 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.