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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Проф. Д.А. Таюрский
_____ « 01 » июня 2021 г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Основы спектроскопии ядерного магнитного резонанса

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия
Специализация: Фундаментальная химия: материалы будущего
Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2022

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): профессор, д.н. (профессор) Каратаева Ф.Х. (кафедра органической и медицинской химии, Химический институт им. А.М. Бутлерова), Farida.Karataeva@kpfu.ru ; старший преподаватель, к.н. Латыпова Л.З. (кафедра органической и медицинской химии, Химический институт им. А.М. Бутлерова), llatypov@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
ПК-1	Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основные понятия о химических сдвигах и константах спин-спинового взаимодействия между ядрами, разделенными одной и более химическими связями, а также понимать основные принципы явления ядерного магнитного резонанса высокого разрешения;

Должен уметь:

расшифровывать спектры ЯМР соединений различного типа, а также решать задачи по определению химической и пространственной структуры соединений в растворах на основе данных эксперимента ЯМР;

Должен владеть:

навыками ориентации в диапазоне изменения величин химических сдвигов и констант спин-спинового взаимодействия с участием ядер 1H, 13C и P31, а также ориентироваться в определении соотношении: структура - спектр и спектр - структура;

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять свои знания на практике

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.14.04 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия (Фундаментальная химия: материалы будущего)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 4 курсе в 8 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 - 41 часа(ов), в том числе лекции - 20 часа(ов), практические занятия - 20 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 31 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 8 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, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Самостоятельная работа
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
1.	Тема 1. Основы метода ЯМР-спектроскопии.	8	2	0	0	0	0	0	
2.	Тема 2. Химический сдвиг.	8	2	0	2	0	0	0	
3.	Тема 3. Константы спин-спинового взаимодействия	8	2	0	2	0	0	0	
4.	Тема 4. Анализ ЯМР-спектров.	8	2	0	6	0	0	0	12
5.	Тема 5. Контрольная работа.	8	4	0	2	0	0	0	2
6.	Тема 6. Релаксация. Внутримолекулярные обменные процессы.	8	2	0	1	0	0	0	
7.	Тема 7. Ведение в метод двумерной спектроскопии. Ядерный эффект Оверхауза.	8	2	0	1	0	0	0	
8.	Тема 8. Спектроскопия ЯМР 13С. Двумерная корреляционная спектроскопия ЯМР.	8	2	0	2	0	0	0	10
9.	Тема 9. Контрольная работа	8	0	0	2	0	0	0	3
10.	Тема 10. Спектроскопия ЯМР на разных ядрах.	8	2	0	2	0	0	0	4
	Итого		20	0	20	0	0	0	31

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Основы метода ЯМР-спектроскопии.

Физические основы спектроскопии ЯМР. Угловой момент количества движения. Ядра в статическом магнитном поле. Магнитные ядра. Основные характеристики ядер: естественное содержание, гиромагнитное отношение. Спин ядра. Классическая и квантово-механическая модели явления ЯМР. Энергетические уровни. Энергия ядер. Макроскопическая намагниченность.

Тема 2. Химический сдвиг.

Спектральные параметры. Химический сдвиг. Ядерное экранирование. Стандарты в ЯМР спектроскопии и * - шкала. Влияние зарядовой плотности на экранирование. Эффекты соседних групп. Магнитная анизотропия соседних групп. Эффекты кольцевых токов. Эффекты электрических полей. Межмолекулярные эффекты - водородная связь, эффекты растворителя. ЯМР 1Н химические сдвиги органических соединений.

Тема 3. Константы спин-спинового взаимодействия

Непрямое спин ? спиновое взаимодействие. Константы спин-спинового взаимодействия:

прямые, геминальные, вицинальные, дальние. Химическая и магнитная эквивалентность

ядер. Правило мультиплетности. Спиновые системы АХ, АХ 2, АХ n. Спин-спиновое взаимодействие протонов. Номенклатура спин-спиновых систем: системы первого и не первого порядка. Двух-, трех-спиновые системы. Сложное спин-спиновое взаимодействие с участием нескольких групп протонов.

Тема 4. Анализ ЯМР-спектров.

Константы спин-спинового взаимодействия Н,Н и химическая структура органических соединений. Стереоспецифичность геминальных и вицинальных констант спин-спинового взаимодействия. Соотношения между спектром и молекулярной структурой органических соединений. Симметрия и хиральность. Двойной резонанс. Предельные углеводороды, непредельные углеводороды, циклические углеводороды, галогенпроизводные углеводородов, производные бензола, спирты, эфиры, альдегиды, кетоны, карбоновые кислоты. Биологически важные молекулы: углеводы, терпены и стероиды, аминокислоты, пептиды, белки. Биосинтез и введение биометки. Решение задач, анализ спектров. Эмпирические корреляции для оценки величин химических сдвигов 13С в предельных и непредельных углеводородах, циклических углеводородах, производных бензола. Расчет химических сдвигов молекулы алкана.Анализ спектров. Решение задач.

Тема 5. Контрольная работа.

Контрольная работа по темам 1-4.

Расшифровка спектров ЯМР из базы данных преподавателя.

I. Анализ спектров ЯМР

1.Установить структуру соединения с брутто формулой C5H9O4N.

Спектр ЯМР 1Н содержит следующие сигналы:

5.0. м.д. - квартет, 4.3 м.д. - квартет, 1.9 м.д.- дублет, 1. 3 м.д.- триплет. Соотношение интегральных интенсивностей 1:2:3:3 соответственно .

2. Почему бутан содержит в спектре ЯМР 13С два сигнала, а не четыре?

3. Изобразить схематически спектр спиновой системы AMX, где JAM = 12.0 Гц, JA\X = 10.0 Гц, JMX = 3.0 Гц,

4. Провести отнесение сигналов в спектре ЯМР 1Н и соотнести со структурой предложенного соединения.

Тема 6. Релаксация. Внутримолекулярные обменные процессы.

Время и частота. Импульс. Векторы и уровни энергии.

Спиновое эхо. Измерение Т2 с помощью спинового эха. Полезные свойства спинового эха.

Пути релаксации. Причины релаксации (магнитные диполи и диполь-дипольное взаимодействие, другие механизмы). ЯЭО в реальных системах. ЯЭО в двухспиновой системе. ЯЭО в системе из нескольких ядер. Измерение ЯЭО. Метод разностных спектров. Соотношения между Т1 и химической структурой.

Метод анализа общей формы линии ЯМР. Температура коалесценции и соответствующая ей константа скорости динамического процесса. Активационные параметры динамических процессов.

Приложения ДЯМР спектроскопии. Инверсия циклов. Валентная таутомерия. Кето-енольная таутомерия.

Тема 7. Ведение в метод двумерной спектроскопии. Ядерный эффект Оверхауза.

Фурье-спектроскопия ЯМР: принципы, импульсные последовательности, времена релаксации. Спин-решеточная релаксация ядер (Т1). Релаксационные механизмы. Экспериментальное определение Т1. Влияние протонов в СН, СН2 и СН3 группах на Т1. Спин-спиновая релаксация ядер (Т2). Двумерный ЯМР эксперимент. Двумерная J - разрешенная ЯМР спектроскопия. Гомоядерная двумерная J - разрешенная 1 Н ЯМР спектроскопия. Эксперименты Cosy,Noesy. Одно- и двумерный эффект Оверхаузера. Анализ двумерных спектров ЯМР простых аминокислот.

Тема 8. Спектроскопия ЯМР 13С. Двумерная корреляционная спектроскопия ЯМР.

Спектроскопия ЯМР 13С. Химические сдвиги и константы спин-спинового взаимодействия с участием ядер 13С для различных классов органических соединенй. Расчет химических сдвигов по инкрементным схемам.

Отличие двумерных экспериментов COSY, TOCS и

и HSQC. Анализ кросс-пиков в спектрах COSY и HSQC ацетилсалициловой кислоты.

Тема 9. Контрольная работа

Контрольная работа по темам 6-8.II. Анализ двумерных спектров COSY

1. Какие кросс пики следует ожидать в спектре 2Д COSY аланина -NH -CHCH3 C{O}-?

2. Чем отличаются двумерные эксперименты COSY и TOCSY?

3. Провести анализ кросс-пиков в спектрах COSY и HSQC триптофана? Спектры прилагаются.

4. Провести анализ кросс-пиков в спектрах COSY и HSQC ацетилсалициловой кислоты? Спектры прилагаются.

III. Анализ двумерных спектров NOESY

1. Провести анализ кросс-пиков в спектре NOESY аланина -NH -CHCH3 C{O}-? Спектр прилагаются.

2. Чем отличаются эксперименты COSY и ROSY.

3. Анализ двумерных спектров COSY , TOCSYи NOESY простой аминокислоты.

Расшифровка спектров ЯМР из базы данных преподавателя.

Тема 10. Спектроскопия ЯМР на разных ядрах.

Спектроскопия 19F. Косвенное спин-спиновое взаимодействие между ядрами 19F и 1Н. Спектроскопия ядер со спином больше 1/2.Расщепление линий протонного спектра на мультиплеты в результате взаимодействия с ядрами иной природы (2Н,19F,14N,15N,13С и др..

и ультиплетность с той же самой константой J в спектрах ЯМР на этих ядрах.

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 науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/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)

База данных ЯМР-характеристик химических соединений, 2013 - http://nmrshiftdb.nmr.uni-koeln.de/

База химических и физико-химических свойств соединений, 2013. - http://chemeo.com

Спектральная база данных органических соединений, 2012 - http://sdbs.riodb.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/direct_frame_top.cgi

Материалы курса для студентов Факультета молекулярной и биологической физики МФТИ, 2012 - http://bio.fizteh.ru/student/files/fizmetody

Материалы курса Физические методы исследования макромолекул и биологических объектов для студентов Саратовского государственного университета, 2012. - http://optics.sgu.ru/library/education/structurestudy

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Работа с конспектом лекций 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. Регулярно отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.
практические занятия	Рабочей программой дисциплины 'Двумерная спектроскопия ЯМР' предусмотрена самостоятельная работа студентов в объеме 30 час. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает: - чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины; - подготовку к практическим занятиям, лабораторным работам и курсовой работе; - работу с Интернет-источниками; - подготовку к сдаче практических работ, сдаче зачета.
самостоя-тельная работа	Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие сту-дента путем планомерной, повседневной работы. Общие рекомендации Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса. Работа с конспектом лекций Просмотрите конспект сразу после занятий, отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если само-стоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обрати-тесь за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции. Регулярно отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам. Методические указания по организации самостоятельной работы Рабочей программой дисциплины ?Двумерная спектроскопия ЯМР? преду-смотрена самостоятельная работа студентов в объеме 30 час. Самостоятельная ра-бота проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает: - чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического ма-териала дисциплины; - подготовку к практическим занятиям, лабораторным работам и курсовой работе; - работу с Интернет-источниками; - подготовку к сдаче практических работ, сдаче зачета. Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Матери-ал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе дисциплины ?Органическая химия?. По каждой из тем для самостоятельного изучения, при-веденных в рабочей программе дисциплины следует сначала прочитать рекомендо-ванную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся осново-полагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

Вид работ	Методические рекомендации
зачет	а 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. Оценке подлежат правильность и грамотность речи студента, если зачет проводится в устной форме, а также его достижения в течение семестра. Дополнительной целью зачета является формирование у студентов таких качеств, как организованность, ответственность, трудолюбие, 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 в 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.

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.

Компьютерный класс.

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 специальности: 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" и специализации "Фундаментальная химия: материалы будущего".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.14.04 Основы спектроскопии ядерного магнитного резонанса

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Фундаментальная химия: материалы будущего

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

Основная литература:

1. Шабаров, Ю. С. Органическая химия : учебник / Ю. С. Шабаров. - 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 848 с. - ISBN 978-5-8114-1069-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/167911 (дата обращения: 25.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Каратаева, Ф.Х. Спектроскопия ЯМР в органической химии: [учебное пособие] / Ф. Х. Каратаева, В. В. Клочков. - Казань: Казанский университет, 2013.; 21.Ч. 1: Общая теория ЯМР. Химические сдвиги ^{1}H и ^{13}C. - 2013. - 130 с. - Текст : электронный. - URL: https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F1708660505/SPEKTROSKOPIYa.YaMR.V.ORG..HIMII..Chast.I...New_2013.posl...pdf (дата обращения: 25.05.2021). - Режим доступа: открытый.

Дополнительная литература:

1. Каратаева Ф.Х. Спектроскопия ЯМР ^{1}H и ^{13}C в органической химии / Ф. Х. Каратаева, В. В. Клочков ; Казан. гос. ун-т, Хим. ин-т им А.М. Бутлерова, Науч.-образоват. центр Казан. гос. ун-та 'Материалы и технологии XXI века' . - Казань : Казанский государственный университет, 2007 . - 154 с.

2.Бердников Е. А. Задачи и упражнения по ЯМР-спектроскопии в органической химии : [учебное пособие] / Е.А. Бердников, М.А. Казымова ; Казан. гос. ун-т, Хим. ин-т им. А.М. Бутлерова, Науч.-образоват. центр Казан. гос. ун-та 'Материалы и технологии XXI века' . - Казань : [КГУ], Ч. 1 . - 2007. - 103 с.

3.Современные физико-химические методы исследования в органической химии : учебно-методическое пособие к спецпрактикуму по физическим и физико-химическим методам исследования / Казан. федер. ун-т, Хим. ин-т им. А. М. Бутлерова ; [авт.-сост.: к.х.н. В. А. Бурилов и др.] . - Казань : [Казанский университет], 2014 . - 131 с.

4. Федотов, М. А. Ядерный магнитный резонанс в неорганической и координационной химии. Растворы и жидкости : монография / М. А. Федотов. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 384 с. - ISBN 978-5-9221-1202-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/2151 (дата обращения: 25.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.14.04 Основы спектроскопии ядерного магнитного резонанса

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

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Фундаментальная химия: материалы будущего

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

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 "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.