МИНОБРНАУКИ РОССИИ ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:

Согласовано:

на заседании кафедры технической химии и материаловедения протокол №27 от11.06.2018 /института

Председатель УМК факультета

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ЯМР-спектроскопия в анализе материалов»

Вариативная часть - Б.1.В.03

программа магистратуры

Направление подготовки 04.04.02 – Химия, физика и механика материалов

Направленность (профиль) подготовки Современные материалы для медицины и техники

> квалификация магистр

Разработчик (составитель) доцент, к.х.н.

Для приема 2018 г.

Уфа 2019 г.



Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры технической химии и материаловедения протокол от №27 от11.06.2018 г.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры технической химии и материаловедения: был изменен рейтинг план дисциплины, в списке рекомендованной литературы обновлены ссылки на издания, размещенные в ЭБС БашГУ., протокол № 1 от «31» августа 2019 г.

Заведующий кафедрой

Список документов и материалов

- 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
- 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
- 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
- 4. Фонд оценочных средств по дисциплине
 - 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах ихформирования, описание шкал оценивания
 - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
 - 4.3. Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)
- 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
 - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
 - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины
- 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Резу	льтаты обучения	Формируемые	Примеча-
	, , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	компетенции	ние
Знания	1. Физические основы явления ядерного магнитного резонанса. Условия появления ЯМР-спектров. Явление насыщения, релаксационные процессы, влияние условий снятия спектра на его качество. 2. Современные методы и возможности применения многомерной спектроскопии для идентификации органических соединений, возможности и ограничения использования для установления структуры органических соединений ЯМР-спектроскопии. 3. Современные методы, в том числе возможности применения многомерной спектроскопии. 4. Осветроскопии для идентификации органических соединений идя идентификации органических соединений химический сдвиг (Х.С.). Влияние электронного окружения на химический	- способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1); - готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3)	
Умения	сдвиг. 1. Применять полученные теоретические знания для установления структуры получаемых в результате синтеза или модификации органических низко- и высокомолекулярных соединений 2. Грамотно соотносить	 владением знаниями в области современных теоретических концепций различных разделов материаловедения, включая методы синтеза веществ и материалов, анализа их структуры и свойств, фундаментальные навыки научно- 	

	сигналы в спектре со структурой молекулы, используя теоретические и практические знания 3. Определять основные характеристики спектров ЯМР, абсолютные величины и относительный химический сдвиг (X.C.), влияние электронного окружения на химический сдвиг.	исследовательской работы (ОПК-2); — владением навыками экспериментальной работы в области современных методов синтеза и диагностики материалов, включая навыки работы со сложным современным научным оборудованием, позволяющих эффективно работать в различных экспериментальных областях материаловедения и в современной технологии материалов (ОПК-3)	
Владения (навыки/опыт деятельности)	1. Навыками работы по установлению структуры органических соединений с привлечением ЯМР-спектрометрии.	- способностью к комплексному анализу и аналитическому обобщению результатов научно-исследовательских работ с использованием современных достижений науки и техники, передового отечественного	
	2. Владеть методами и приемами расшифровки спектров	и зарубежного опыта в области наук о материалах, эвристического поиска и детального анализа научной и технической информации, в области химического материаловедения и	
	3. Навыками применения методов ЯМР-спектроскопии для качественного и количественного анализа структуры органических соединений, нахождения параметров спектров ПМР-X.С. и величины КССВ, определения структуры молекулы исходя из данных спектра ЯМР.	нанотехнологий и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых фундаментальных исследований и технологических разработок в области современного материаловедения и нанотехнологий (ПК-4); — готовностью к экспертному исследованию с помощью современных методов анализа природы химических, физических и	

механических свойств
материалов и
наноматериалов, а также
характера изменения
реальной структуры
материалов при вариации
состава и условий синтеза
(ΠK-5);
– готовностью к
самостоятельной
высококвалифицированной
эксплуатации
современного
синтетического и
аналитического
оборудования и приборов
по избранному
направлению
исследований (ПК-8)

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «ЯМР-спектроскопия в анализе материалов» относится к вариативной части. Дисциплина изучается на 1_ курсе во ____2 семестре.

Целями освоения дисциплины «ЯМР-спектроскопия в анализе материалов» являются приобретение выпускником знаний в области классических и современных методов ЯМР-спектроскопии для установления структуры органических соединений, а также навыков их применения. Выпускник должен получить знания в области современных подходов к установлению структуры органических веществ (определения степени замещения у атомов углерода, расшифровки данных Н-Н, С-Н и С-С-корреляций).

Дисциплина «ЯМР-спектроскопия в анализе материалов» входит в вариативную часть Образовательной программы подготовки магистров по направлению «Химия, физика и механика материалов», направленности подготовки «Современные материалы для техники и медицины». Она находится в логической взаимосвязи, прежде всего, с базовой частью профессионального цикла, поскольку вопросы, касающиеся актуальных проблем химии в области основного органического синтеза, в том числе полимерных материалов и материаловедения, материалов для фарминдустрии не могут быть качественно решены без знания и применения современных физико-химических методов анализа. Знание основных свойств органических соединений позволяет прогнозировать структуру, получающихся в ходе синтеза веществ, что, в свою очередь облегчает интерпретацию спектральных данных. Спектральные характеристики – основной инструмент при установлении структуры синтезируемых сложных органических соединений. Грамотное, профессиональное применение полученных знаний в области ЯМР-спектроскопии позволяет решать самые актуальные задачи современной химии. При освоении данной дисциплины активно используются знания о возможностях использования современных информационных технологий В образовании И науке, приобретенная способность квалифицированного владения всеми видами научного общения (устного и письменного).

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

органическая, аналитическая, физическая химии, физика.

Дисциплина «ЯМР-спектроскопия в анализе материалов», в свою очередь, необходима для освоения таких дисциплин, как «Асимметрический синтез и катализ - современный метод в субстанций», производстве медицинских «Стереохимия органических соединений», «Фармацевтический анализ и система контроля качества медицинских материалов и лекарственных средств», «Синтетические полимеры для реконструктивной медицины», «Органические реакции на полимерных субстратах», а также практик «Научно-исследовательская работа», «Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной «Преддипломная практика», при подготовке защите деятельности», И выпускной квалификационной работы.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

ОК-1 – способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу

Этап	Планируемые результаты	•	п результатов обучения
(уровень) освоения	обучения (показатели достижения	«Не зачтено»	«Зачтено»
компетенци и	заданного уровня освоения компетенций)		
Первый	Знать:	Не знает физических	Знает физические
этап	Физические основы явления	основ явления	основы явления
(уровень)	ядерного магнитного	ядерного магнитного	ядерного магнитного
	резонанса. Условия	резонанса, условий	резонанса, условия
	появления ЯМР-спектров.	появления ЯМР-	появления ЯМР-
	Явление насыщения,	спектров, явления	спектров, явление
	релаксационные процессы,	насыщения,	насыщения,
	влияние условий снятия	релаксационных	релаксационные
	спектра на его качество.	процессов, влияния	процессы, влияние
		условий снятия	условий снятия
		спектра на его	спектра на его
		качество.	качество.
Второй	Уметь:	Не умеет применять	Умеет применять
этап	Применять полученные	полученные	полученные
(уровень)	теоретические знания для	теоретические	теоретические знания
	установления структуры	знания для	для установления
	получаемых в результате	установления	структуры
	синтеза или модификации	структуры	получаемых в
	органических низко- и	получаемых в	результате синтеза
	высокомолекулярных	результате синтеза	или модификации
	соединений.	или модификации	органических низко- и
		органических низко-	высокомолекулярных
		И	соединений.
		высокомолекулярны	
		х соединений.	
Третий	Владеть:	Не владеет навыками	Владеет навыками
этап	Навыками работы по	работы по	работы по
(уровень)	установлению структуры	установлению	установлению
	органических соединений с	структуры	структуры
	привлечением современных	органических	органических
	методов ЯМР-	соединений с	соединений с
	спектроскопии.	привлечением	привлечением
		современных	современных методов
		1	1

	методов	ЯМР-	ЯМР-спектроскопии
	спектроскопии		

OK-3 – готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала

Этап	Планируемые результаты	Критерии оценивания	презультатов обучения
(уровень)	обучения		
освоения	(показатели достижения	«Не зачтено»	«Зачтено»
компетенци	заданного уровня освоения	«пе зачтено»	«зачтено»
И	компетенций)		
Первый	Знать:	Не знает	Демонстрирует знание
этап	Современные методы и	современных	основ современных
(уровень)	возможности применения	методов и	методов и
	многомерной спектроскопии	возможностей	возможностей
	для идентификации	применения	применения
	органических соединений,	многомерной	многомерной
	возможности и ограничения	спектроскопии для	спектроскопии для
	использования для	идентификации	идентификации
	установления структуры	органических	органических
	органических соединений	соединений,	соединений,
	ЯМР- спектроскопии.	возможностей и	возможностей и
		ограничений	ограничений
		использования для	использования для
		установления	установления
		структуры	структуры
		органических	органических
		соединений ЯМР-	соединений ЯМР-
		спектроскопии.	спектроскопии.
Второй	Уметь:	Не умеет грамотно	Умеет грамотно
этап	Грамотно соотносить	соотносить сигналы	соотносить сигналы в
(уровень)	сигналы в спектре со	в спектре со	спектре со структурой
	структурой молекулы,	структурой	молекулы, используя
	используя теоретические и	молекулы, используя	теоретические и
	практические знания.	теоретические и	практические знания
		практические знания	
Третий	Владеть:	Не владеет методами	Владеет методами и
этап	Владеть методами и	и приемами	приемами
(уровень)	приемами расшифровки	расшифровки	расшифровки
	спектров.	спектров	спектров

ОПК-2 — владением знаниями в области современных теоретических концепций различных разделов материаловедения, включая методы синтеза веществ и материалов, анализа их структуры и свойств, фундаментальные навыки научно-исследовательской работы

Этап	Планируемые результаты	Критерии оценивания	я результатов обучения
(уровень)	обучения	«Не зачтено»	«Зачтено»

освоения	(показатели достижения		
компетенци	заданного уровня освоения		
И	компетенций)		
Первый	Знать:	Не знает основных	Знает основные
этап	1. Основные характеристики	характеристик	характеристики
(уровень)	спектров ЯМР. Абсолютные	спектров ЯМР,	спектров ЯМР,
	величины и относительный	абсолютных величин	абсолютные величины
	химический сдвиг (Х.С.).	и относительного	и относительный
	Влияние электронного	химического сдвига	химический сдвиг
	окружения на химический	(Х.С.), влияния	(Х.С.), влияние
	сдвиг.	электронного	электронного
		окружения на	окружения на
		химический сдвиг.	химический сдвиг.
Второй	Уметь:	Не умеет определять	Умеет определять
этап	Определять основные	основные	основные
(уровень)	характеристики спектров	характеристики	характеристики
	ЯМР, абсолютные величины	спектров ЯМР,	спектров ЯМР,
	и относительный	абсолютные	абсолютные величины
	химический сдвиг (Х.С.),	величины и	и относительный
	влияние электронного	относительный	химический сдвиг
	окружения на химический	химический сдвиг	(Х.С.), влияние
	сдвиг.	(Х.С.), влияние	электронного
		электронного	окружения на
		окружения на	химический сдвиг.
		химический сдвиг.	
Третий	Владеть:	Не владеет навыками	Владеет определения
этап	Навыками определения	определения	основных
(уровень)	основных характеристик	основных	характеристик
	спектров ЯМР, абсолютных	характеристик	спектров ЯМР,
	величин и относительного	спектров ЯМР,	абсолютных величин
	химического сдвига (Х.С.),	абсолютных величин	и относительного
	влияния электронного	и относительного	химического сдвига
	окружения на химический	химического сдвига	(Х.С.), влияния
	сдвиг.	(Х.С.), влияния	электронного
		электронного	окружения на
		окружения на	химический сдвиг.
		химический сдвиг.	

ОПК-3 — владением навыками экспериментальной работы в области современных методов синтеза и диагностики материалов, включая навыки работы со сложным современным научным оборудованием, позволяющих эффективно работать в различных экспериментальных областях материаловедения и в современной технологии материалов

Этап	Планируемые результаты	Критерии оценивания результатов обучения	
(уровень)	обучения	«Не зачтено»	«Зачтено»
освоения	(показатели достижения	Wife Saffello//	"Sarreno"

компетенци	заданного уровня освоения		
И	компетенций)		
Первый	Знать:	Не знает спин-	Знает спин-спиновое
этап	Спин-спиновое	спиновое	взаимодействие ядер,
(уровень)	взаимодействие ядер, его	взаимодействие ядер,	его природу,
	природу, мультиплетность,	его природу,	мультиплетность,
	распределение	мультиплетность,	распределение
	интенсивности. Метод	распределение	интенсивности, метод
	двойного ядерного	интенсивности, метод	двойного ядерного
	магнитного резонанса.	двойного ядерного	магнитного резонанса.
		магнитного резонанса.	
Второй	Уметь:	Не умеет применять	Умеет применять
этап	Применять методы ЯМР-	методы ЯМР-	методы ЯМР-
(уровень)	спектроскопии для	спектроскопии для	спектроскопии для
	качественного и	качественного и	качественного и
	количественного анализа	количественного	количественного
	структуры органических	анализа структуры	анализа структуры
	соединений, находить	органических	органических
	параметры спектров ПМР-	соединений, находить	соединений, находить
	Х.С. и величины КССВ,	параметры спектров	параметры спектров
	определять структуру	ПМР- Х.С. и	ПМР- Х.С. и
	молекулы исходя из	величины КССВ,	величины КССВ,
	данных спектра ЯМР.	определять структуру	определять структуру
		молекулы исходя из	молекулы исходя из
		данных спектра ЯМР.	данных спектра ЯМР.
Третий	Владеть:	Не владеет навыками	Владеет навыками
этап	Навыками применения	применения методов	применения методов
(уровень)	методов ЯМР-	ЯМР-спектроскопии	ЯМР-спектроскопии
	спектроскопии для	для качественного и	для качественного и
	качественного и	количественного	количественного
	количественного анализа	анализа структуры	анализа структуры
	структуры органических	органических	органических
	соединений, нахождения	соединений,	соединений,
	параметров спектров ПМР-	нахождения	нахождения
	Х.С. и величины КССВ,	параметров спектров	параметров спектров
	определения структуры	ПМР- Х.С. и	ПМР- Х.С. и
	молекулы исходя из	величины КССВ,	величины КССВ,
	данных спектра ЯМР.	определения	определения
		структуры молекулы	
		исходя из данных	исходя из данных
		спектра ЯМР.	спектра ЯМР.

ПК-4 — способностью к комплексному анализу и аналитическому обобщению результатов научно-исследовательских работ с использованием современных достижений

Этап	Планируемые результаты	Критерии оценивания результатов обучения
------	------------------------	--

(уровень)	обучения		
освоения	(показатели достижения	11	2
компетенци	заданного уровня освоения	«Не зачтено»	«Зачтено»
И	компетенций)		
Первый	Знать:	Не знает или знает	Демонстрирует знание
этап	Спектроскопию ПМР.	фрагментарно	спектроскопии ПМР,
(уровень)	Классификацию спиновых	спектроскопию	классификации
	систем (номенклатуру	ПМР,	спиновых систем
	спиновых систем),	классификацию	(номенклатуры
	химические сдвиги	спиновых систем	спиновых систем),
	основных видов протонов	(номенклатуру	химических сдвигов
	органических соединений,	спиновых систем),	основных видов
	спектры первого порядка.	химические сдвиги	протонов
	спектры ПМР второго	основных видов	органических
	порядка, АВ- спектр, АВХ-	протонов	соединений, спектров
	спектр, нахождение ХС и	органических	первого порядка,
	величины констант ССВ.	соединений, спектры	спектров ПМР
		первого порядка,	второго порядка, АВ-
		спектры ПМР	спектра, АВХ-
		второго порядка,	спектра, нахождение
		АВ- спектра, АВХ-	ХС и величин
		спектра, нахождение	констант ССВ.
		ХС и величины	
D v	**	констант ССВ.	**
Второй	Уметь:	Не умеет или умеет	Умеет
этап	Расшифровывать	со значительными	расшифровывать
(уровень)	предложенные спектры	ошибками	предложенные
	ЯМР ¹ Н органических	расшифровывать	спектры ЯМР ¹ Н
	соединений, находить	предложенные спектры ЯМР ¹ Н	органических
	параметры спектров ПМР- X.C. и величины КССВ,	спектры ЯМР ¹ Н органических	соединений, находить параметры спектров
	определять структуру	соединений,	ПМР- Х.С. и
	молекулы исходя из данных	находить параметры	величины КССВ,
	спектра ЯМР, устанавливать	спектров ПМР- Х.С.	определять структуру
	регио-, стереоизомерию	и величины КССВ,	молекулы исходя из
	молекулы.	определять	данных спектра ЯМР,
		структуру молекулы	устанавливать регио-,
		исходя из данных	стереоизомерию
		спектра ЯМР,	молекулы.
		устанавливать регио-	
		, стереоизомерию	
		молекулы.	
Третий			
·	Владеть:	Не владеет навыками	Владеет навыками
этап	Владеть: Навыками расшифровки	Не владеет навыками расшифровки	Владеет навыками расшифровки

органических соединений,	органических	органических
нахождения параметров	соединений,	соединений,
спектров ПМР- Х.С. и	нахождения	нахождения
величин КССВ, определения	параметров спектров	параметров спектров
структуры молекулы исходя	ПМР- Х.С. и	ПМР- Х.С. и величин
из данных спектра ЯМР,	величин КССВ,	КССВ, определения
установления регио-,	определения	структуры молекулы
стереоизомерии молекулы.	структуры молекулы	исходя из данных
	исходя из данных	спектра ЯМР,
	спектра ЯМР,	установления регио-,
	установления регио-,	стереоизомерии
	стереоизомерии	молекулы.
	молекулы.	

ПК-5 — готовностью к экспертному исследованию с помощью современных методов анализа природы химических, физических и механических свойств материалов и наноматериалов, а также характера изменения реальной структуры материалов при вариации состава и условий синтеза

Этап	Планируемые результаты	Критерии оценивания	результатов обучения
(уровень)	обучения		
освоения	(показатели достижения	«Не зачтено»	«Зачтено»
компетенци	заданного уровня освоения	«TIC 3a41CHO»	«Зачтено»
И	компетенций)		
Первый	Знать:	Не знает	Знает спектроскопию
этап	Спектроскопию $ЯМР^{13}$ С.	спектроскопию	ЯМР13С, спектры
(уровень)	Спектры ЯМР ¹³ С с полным	ЯМР13С, спектры	MP ^{13}C с полным
	подавлением по протонам,	MP ^{13}C с полным	подавлением по
	спектры ЯМР ¹³ С без	подавлением по	протонам, спектры
	подавления по протонам,	протонам, спектры	ЯМР ¹³ С без
	спектры $\mathrm{ЯMP^{13}C}$ с	ЯМР ¹³ С без	подавления по
	частичным подавлением	подавления по	протонам, спектры
	протонов. Спектры INEPT	протонам, спектры	ЯМР ¹³ С с частичным
	(низкочувствительные	ЯМР ¹³ С с частичным	подавлением
	ядра, усиленные с	подавлением	протонов, спектры
	помощью переноса	протонов, спектры	INEPT
	поляризации) DEPT.	INEPT	(низкочувствительные
	Применение ПМР и	(низкочувствительные	ядра, усиленные с
	$\mathrm{ЯМР^{13}C}$ спектров для	ядра, усиленные с	помощью переноса
	установки структуры	помощью переноса	поляризации) DEPT,
	органических соединений.	поляризации) DEPT,	применение ПМР и
		применение ПМР и	ЯМР13С спектров для
		ЯМР13С спектров для	установки структуры
		установки структуры	органических
		органических	соединений.
		соединений.	

Второй	Уметь:	Не умеет	Умеет рассчитывать
этап	Рассчитывать спектры	рассчитывать спектры	спектры ЯМР ¹³ С по
(уровень)	ЯМР ¹³ С по аддитивным	ЯМР ¹³ С по	аддитивным схемам
	схемам используя	аддитивным схемам	используя величины
	величины α -, β -, γ -, δ -	используя величины	α-, β-, γ-, δ-
	инкрементов из таблиц	α-, β-, γ-, δ-	инкрементов из
	соответствующих	инкрементов из	таблиц
	производных,	таблиц	соответствующих
	расшифровывать	соответствующих	производных,
	предложенные спектры	производных,	расшифровывать
	$ЯМР^{13}C$, находить $X.C.$	расшифровывать	предложенные
	углеродных атомов,	предложенные	спектры ЯМР ¹³ С,
	устанавливать степень	спектры $ЯМР^{13}C$,	находить Х.С.
	протонирования каждого	находить Х.С.	углеродных атомов,
	углеродного атома из	углеродных атомов,	устанавливать степень
	спектров ЯМР ¹³ С ОFF-	устанавливать степень	протонирования
	резонанса или JMODCH,	протонирования	каждого углеродного
	устанавливать структуры	каждого углеродного	атома из спектров
	соединений.	атома из спектров	$ЯМР^{13}C$ OFF-
		$ЯМР^{13}C$ OFF-	резонанса или
		резонанса или	JMODCH,
		JMODCH,	устанавливать
		устанавливать	структуры
		структуры	соединений.
		соединений.	
Третий	Владеть:	Не владеет навыками	Владеет навыками
этап	Навыками применения	применения ЯМР ¹³ С	применения ЯМР ¹³ С
(уровень)	$MP^{13}C$ спектров для	спектров для	спектров для
	установки структуры	установки структуры	установки структуры
	органических соединений.	органических	органических
		соединений.	соединений.

ПК-8 — готовностью к самостоятельной высококвалифицированной эксплуатации современного синтетического и аналитического оборудования и приборов по избранному направлению исследований

Этап	Планируемые результаты	Критерии оценивания результатов обучения	
(уровень)	обучения		
освоения	(показатели достижения	«Не зачтено»	«Зачтено»
компетенци	заданного уровня освоения	«пе зачтено»	«Зачтено»
И	компетенций)		
Первый	Знать:	Не знает техники и	Демонстрирует знание
этап	Технику и методику снятия	методики снятия	техники и методики
(уровень)	спектров ЯМР. Требования	спектров ЯМР,	снятия спектров ЯМР,
	к образцу, растворителю и	требований к образцу,	требований к образцу,
	условиям снятия ЯМР-	растворителю и	растворителю и

	спектров.	условиям снятия	условиям снятия
		ЯМР-спектров.	ЯМР-спектров.
Второй	Уметь:	Не умеет	Умеет использовать
этап	Использовать полученные	использовать	полученные знания по
(уровень)	знания по технике и	полученные знания по	технике и методике
	методике снятия спектров	технике и методике	снятия спектров ЯМР,
	ЯМР, требованиям к	снятия спектров ЯМР,	требованиям к
	образцу, растворителю и	требованиям к	образцу,
	условиям снятия ЯМР-	образцу,	растворителю и
	спектров. Применять	растворителю и	условиям снятия
	ЯМР ¹³ С спектры для	условиям снятия	ЯМР-спектров,
	установки структуры	ЯМР-спектров,	применять ЯМР ¹³ С
	органических соединений.	применять ЯМР ¹³ С	спектры для
		спектры для	установки структуры
		установки структуры	органических
		органических	соединений.
		соединений.	
Третий	Владеть:	Не владеет навыками	Владеет навыками
этап	Навыками использования	использования	использования
(уровень)	полученных знаний по	полученных знаний	полученных знаний
	технике и методике снятия	по технике и методике	по технике и методике
	спектров ЯМР,	снятия спектров ЯМР,	снятия спектров ЯМР,
	требованиям к образцу,	требованиям к	требованиям к
	растворителю и условиям	образцу,	образцу,
	снятия ЯМР-спектров. в	растворителю и	растворителю и
	установлении структуры	условиям снятия	условиям снятия
	соединений полученных в	ЯМР-спектров. в	ЯМР-спектров. в
	ходе эксперимента	установлении	установлении
		структуры	структуры
		соединений	соединений
		полученных в ходе	полученных в ходе
		эксперимента	эксперимента.

Критериями оценивания являются оценки, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), Шкалы оценивания:

для зачета:

зачтено,

не зачтено.

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта

деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

	Результаты обучения	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Оценочные средства
Знания	Физические основы явления ядерного магнитного резонанса. Условия появления ЯМР-спектров. Явление насыщения, релаксационные процессы, влияние условий снятия спектра на его качество.	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1); готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3)	Коллоквиум, зачет
	Современные методы и возможности применения многомерной спектроскопии для идентификации органических соединений, возможности и ограничения использования для установления структуры органических соединений ЯМР- спектроскопии.	владением знаниями в области современных теоретических концепций различных разделов материаловедения, включая методы синтеза веществ и материалов, анализа их структуры и свойств, фундаментальные навыки научно-исследовательской работы (ОПК-2)	Коллоквиум, зачет
	Основные характеристики спектров ЯМР. Абсолютные величины и относительный химический сдвиг (Х.С.). Влияние электронного окружения на химический сдвиг.	способностью к комплексному анализу и аналитическому обобщению результатов научно-исследовательских работ с использованием современных достижений науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта в области наук о материалах, эвристического поиска и детального анализа научной и технической информации, в области химического материаловедения и нанотехнологий и смежных дисциплин для научной, патентной и	Контрольная работа

	MONKOTHUTODOÙ HOUUTONYKU	
	маркетинговой поддержки	
	проводимых	
	фундаментальных	
	исследований и	
	технологических	
	разработок в области	
	современного	
	материаловедения и	
	нанотехнологий (ПК-4)	
Спин-спиновое	готовностью к	Коллоквиум,
взаимодействие ядер, его	экспертному	зачет
природу, мультиплетность	, исследованию с помощью	
распределение	современных методов	
интенсивности. Метод	анализа природы	
двойного ядерного	химических, физических и	
магнитного резонанса.	механических свойств	
Спектроскопию ПМР	материалов и	Коллоквиум,
Классификацию спиновых	наноматериалов, а также	зачет
систем (номенклатуру		
спиновых систем)	реальной структуры	
химические сдвиги	материалов при вариации	
основных видов протоно	состава и условий синтеза	
органических соединений	- I .	
спектры первого порядка		
спектры ПМР второго		
порядка, АВ- спектр, АВХ		
спектр, нахождение ХС и	1 1	
величины констант ССВ.	современного	
Спектроскопию ЯМР ¹³ С	*	Коллоквиум,
Спектры ЯМР ¹³ С с полным		контрольная
подавлением по протонам		работа, зачет
спектры ЯМР ¹³ С бе		Pacora, 5a 101
подавления по протонам		
спектры ЯМР ¹³ С	W (7774 O)	
частичным подавлением	· ·	
протонов. Спектры INEP		
(низкочувствительные		
ядра, усиленные		
помощью перенос		
поляризации) DEPT		
12		
1		
установки структурь		
органических соединений.	_	IC
Технику и методику сняти:		Контрольная

	m.m		
	спектров ЯМР. Требования		работа
	к образцу, растворителю и		
	условиям снятия ЯМР-		
	спектров.		
Умения	Применять полученные	готовностью к	Контрольная
	теоретические знания для	экспертному	работа
	установления структуры	исследованию с помощью	
	получаемых в результате	современных методов	
	синтеза или модификации	анализа природы	
	органических низко- и	химических, физических и	
	высокомолекулярных	механических свойств	
	соединений.	материалов и	
	0000	наноматериалов, а также	
		характера изменения	
		реальной структуры	
		1, 1, 1,	
		материалов при вариации	
		состава и условий синтеза	
		(ПК-5)	
		готовностью к	
		самостоятельной	
		высококвалифицированной	
		эксплуатации	
		современного	
		синтетического и	
		аналитического	
		оборудования и приборов	
		по избранному	
		направлению	
		исследований (ПК-8)	
	T.		TC
	Грамотно соотносить	способностью к	Контрольная
	сигналы в спектре со	комплексному анализу и	работа
	структурой молекулы,	аналитическому	
	используя теоретические и	обобщению результатов	
	практические знания	научно-исследовательских	
		работ с использованием	
		современных достижений	
		науки и техники,	
		передового отечественного	
		и зарубежного опыта в	
		области наук о материалах,	
		эвристического поиска и	
		детального анализа	
		научной и технической	
		информации, в области	
		химического	

	материаловедения и	
	нанотехнологий и	
	смежных дисциплин для	
	научной, патентной и	
	маркетинговой поддержки	
	проводимых	
	фундаментальных	
	исследований и	
	технологических	
	разработок в области	
	современного	
	материаловедения и	
	нанотехнологий (ПК-4)	
Определять основные	владением навыками	Контрольная
характеристики спектров	экспериментальной работы	работа
ЯМР, абсолютные	в области современных	1
величины и относительный	методов синтеза и	
химический сдвиг (Х.С.),	диагностики материалов,	
влияние электронного	включая навыки работы со	
окружения на химический	сложным современным	
сдвиг.	научным оборудованием,	
Применять методы ЯМР-	позволяющих эффективно	Контрольная
спектроскопии для	работать в различных	работа
качественного и	экспериментальных	puooru
количественного анализа	областях	
структуры органических	материаловедения и в	
соединений, находить	современной технологии	
параметры спектров ПМР-	•	
Х.С. и величины КССВ,	matephanes (others)	
определять структуру молекулы исходя из		
данных спектра ЯМР.		
Расшифровывать		Контрольная
		Контрольная
предложенные спектры ЯМР ¹ Н органических		работа
1		
соединений, находить		
параметры спектров ПМР-		
Х.С. и величины КССВ,		
определять структуру		
молекулы исходя из		
данных спектра ЯМР,		
устанавливать регио-,		
стереоизомерию молекулы.		TC
Рассчитывать спектры		Контрольная
ЯМР ¹³ С по аддитивным		работа

	T		
	схемам используя		
	величины α -, β -, γ -, δ -		
	инкрементов из таблиц		
	соответствующих		
	производных,		
	расшифровывать		
	предложенные спектры		
	$ЯМР^{13}C$, находить $X.C$.		
	углеродных атомов,		
	устанавливать степень		
	протонирования каждого		
	углеродного атома из		
	спектров ЯМР ¹³ С ОFF-		
	резонанса или ЈМОДСН,		
	устанавливать структуры		
	соединений.		
	Использовать полученные		Контрольная
	знания по технике и		работа
	методике снятия спектров		1
	ЯМР, требованиям к		
	образцу, растворителю и		
	условиям снятия ЯМР-		
	спектров. Применять		
	$\mathrm{ЯМР}^{13}\mathrm{C}$ спектры для		
	установки структуры		
	органических соединений.		
Владения (навыки /	Навыками работы по	владением навыками	Контрольная
опыт деятельности)	_	экспериментальной работы	*
	органических соединений с	в области современных	1
	привлечением	методов синтеза и	
	современных методов	диагностики материалов,	
	ЯМР-спектроскопии.	включая навыки работы со	
	-	сложным современным	T.C.
	Владеть методами и	научным оборудованием,	Контрольная
	приемами расшифровки	позволяющих эффективно	работа
	спектров.	работать в различных	TC
	Навыками определения	экспериментальных	Контрольная
	основных характеристик	областях	работа
	спектров ЯМР, абсолютных	материаловедения и в	
	величин и относительного	современной технологии	
	химического сдвига (Х.С.),	материалов (ОПК-3)	
	влияния электронного	способностью к	
	окружения на химический	комплексному анализу и	
	сдвиг.	аналитическому	
	Навыками применения	обобщению результатов	Контрольная
	методов ЯМР-	pesymbiatob	

работа спектроскопии для научно-исследовательских работ с использованием качественного и современных количественного анализа достижений структуры органических науки техники, соединений, нахождения передового отечественного параметров спектров ПМРи зарубежного опыта в Х.С. и величины КССВ, области наук о материалах, определения структуры эвристического поиска и молекулы исходя из детального анализа данных спектра ЯМР. научной технической Навыками расшифровки информации, В области Контрольная спектров ЯМР¹Н химического работа органических соединений, материаловедения И нахождения параметров нанотехнологий И спектров ПМР- Х.С. и смежных дисциплин для величин КССВ, научной, патентной определения структуры маркетинговой поддержки проводимых молекулы исходя из данных спектра ЯМР, фундаментальных исследований установления регио-, И стереоизомерии молекулы. технологических Навыками применения разработок области Контрольная ЯМР¹³С спектров для современного работа материаловедения установки структуры И нанотехнологий (ПК-4) органических соединений. готовностью Контрольная Навыками использования экспертному работа полученных знаний по исследованию с помощью технике и методике снятия современных спектров ЯМР, методов анализа природы требованиям к образцу, химических, физических и растворителю и условиям свойств механических снятия ЯМР-спектров. в установлении структуры материалов наноматериалов, а также соединений полученных в характера изменения ходе эксперимента реальной структуры материалов при вариации состава и условий синтеза $(\Pi K-5)$ готовностью К самостоятельной высококвалифицированной эксплуатации

современного синтетического

И

аналитического оборудования и приборов по избранному
направлению
исследований (ПК-8)

Критерии оценки:

- <u>оценка «зачтено»</u> выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;
- <u>оценка «незачтено»</u> выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Коллоквиум

В ходе коллоквиума осуществляется беседа преподавателя со студентом по вопросам пройденной темы, с целью определения знаний студента. Коллоквиум может служить формой не только проверки, но и повышения знаний студентов.

Примерные вопросы к коллоквиуму:

- 1. Явления, происходящие с ядрами, имеющими спин $\frac{1}{2}$ в магнитном поле H_0
- 2. Явление релаксации
- 3. Стандарты в ЯМР-спектре, виды, достоинства и недостатки каждого
- 4. Чем объясняется индивидуальность местоположения ¹H и ¹³С в ЯМР.
- 5. Константа спин-спинового взаимодействия.
- 6. Характеристика атомного вклада σ_a химический сдвиг.
- 7. Геминальные, вицинальные и дальние константы спин-спинового взаимодействия.
- 8. Принцип аддитивности в ЯМР¹³С на примере производных бензола.
- 9. Можно ли различить по ЯМР ацетофенон и α фенилуксусный альдегид и по каким признакам.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он выполнил 80 100% задания;
- оценка «незачтено» выставляется студенту, если он выполнил 79 59 % задания.

Контрольная работа

Описание контрольной работы:

Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу, состоит из небольшого количества средних по трудности вопросов, задач или заданий, требующих поиска обоснованного ответа.

Пример варианта контрольной работы:

Вариант № 1

- 1. При обработке соединения A с брутто-формулой $C_{11}H_{18}O_2$ *трет* мормотилгидропероксидом в присутствии гексакарбонила молибдена после осторожной водной обработки получена смесь двух соединений $\mathbf{\it E}$ и $\mathbf{\it B}$ в соотношении, приведенном на хроматограмме (рис. 5). После обработки этой смеси подкисленным водным раствором НІО4 и экстракции продукта реакции эфиром, выделены соединение $\mathbf{\it \Gamma}$ и ацетон. Установите структуры всех соединений, если их спектральные характеристики следующие: $\mathbf{\it A}$: ЯМР ($\mathbf{\it \delta}$. м. д.): 1 H 1.60 c (3H), 1.62 и 1.72 c (6H), 2.08 м (4H), 3.6 с (3H),
- **Б**: ЯМР¹Н (δ. м. д.): 1.25 c (6H), 1.60 c (3H), 1,86 м (2H), 2.1 т (2H), 3.12 т (1H), 3.62 c (3H), 5.40 c (1H)
- **B**: ЯМР¹Н (δ, м. д.): 1.23 c (6H), 1.58 c (3H), 1.92 м (2H), 2.15 т (2H), 3.21 т (1H), 3,60 c (3H), 4,92 c (2H), 5.38 c (1H)

Спектр ПМР (б, м. д.): 1.62 с (3H), 2.01 т (2H), 2.4 т (2H), 3.6 с (3H), 3.35 с (1H), 9.6 с (1H).

- 2. Установите структуру двух соединений одинакового брутто состава $C_5H_8O_2$, различных по строению по их ΠMP спектрам.
- 3. В спектре ПМР диметилформамида H-CO- $N(CH_3)_2$ наблюдаются два синглета от метильных групп. При повышении температуры эти два острых сигнала уширяются, сливаются, а при

температуре около 1650 образуют один острый пик. Чем вызваны изменения в спектре ПМР вещества? 4. Установите структуру соединения формулы $C_{15}H_{16}O_2$ по его ПМР — спектру если в его пик - спектре присутствуют полосы поглощения при 1500, 1600 и 3350 см-1.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он выполнил 80 100% задания;
- оценка «незачтено» выставляется студенту, если он выполнил 79 59 % задания.

Зачет

Вопросы к зачету:

- 1. Условия, которым должны отвечать ядра, пригодные для ЯМР-спектроскопии. Рассчитайте химические сдвиги 1 H и 13 C для *м*-нитротолуола.
- 2. Что входит в понятие «химический сдвиг». Почему ядра одного вида резонируют при различных частотах в ЯМР-спектре?
- 4. Основы теории возникновения ядерного магнитного резонанса (требования к составу ядра, поведение ядер в постоянном и переменном магнитном полях).
- 5. Возникновение и влияние диамагнитной и парамагнитной составляющей на химический сдвиг в спектре ПМР. Привести примеры дезэкранирующего влияния этих факторов.
- 6. Относительные и абсолютные единицы, принятые для выражения химических сдвигов ядер в спектре ПМР и ЯМР 13 С. Формулы расчета δ , развертки поля по имеющимся остальным параметрам.
- 7. Причины возникновения мультиплетности в ЯМР спектре. Разберите возникновение дублета, триплета и квартета. Характер спектра при наличии у соседних атомов неэквивалентных протонов.
- 8. Сложные спектры ПМР. АВ и АВХ-системы. Применение спектроскопии двойного ядерного магнитного резонанса для расшифровки спектров ЯМР.
- 9. Влияние заместителей в ароматическом кольце на химический сдвиг ароматических протонов. Расчет для анилина в спектре $\mathrm{SMP^1H}$ и $^{13}\mathrm{C}$.
- 10. Основные параметры, описывающие спектры ЯМР1Н и ¹³С. Требования к эталонам, выбираемым за нулевые сигналы при описании ЯМР-спектров.
- 11. Спин-спиновое взаимодействие протонов в спектре $\mathrm{SMP^{1}H}$, двойной ядерный магний резонанс. Возможности метода.
- 12. Какими характеристиками описывается ЯМР-спектр? Дать их подробное описание и приемы расчета.
- 13. Протонный магнитный резонанс. Условия магнитного резонанса. Параметры спектров ПМР. Химический сдвиг (ХС), константа экранирования, измерение ХС, шкала ХС, аддитивные схемы расчета ХС. Спин-спиновое взаимодействие (ССВ), геминальное взаимодействие, вицинальное взаимодействие, дальнее взаимодействие, Константы ССВ, измерение КССВ. Величина КССВ, зависимость вицинальных КСВ от диэдрального угла между взаимодействующими протонами. Уравнение Карплуса. Интегральная интенсивность. Ширина линии, её измерение. Зависимость ширины линии от времени релаксации.
- 14. Спектроскопия ПМР. Классификация спиновых систем (номенклатура спиновых систем). Спектры первого порядка, установление регио-изомерии, стереоизомерии. Спектры ПМР второго порядка, AB- спектр, ABX- спектр, нахождение XC и величины констант ССВ.
- 15. Спектроскопия ЯМР ¹³С. Спектры ЯМР ¹³С с полным подавлением по протонам, спектры ЯМР¹³С без подавления по протонам, спектры ЯМР ¹³С с частичным подавлением протонов. Спектры INEPT (низкочувствительные ядра, усиленные с помощью переноса поляризации) DEPT. Спиновое эхо и J-спектроскопия (гетероядерная J-модуляция).

- 16. Параметры спектров ЯМР 13 С. Химический сдвиг XC, измерение XC, шкала XC. Константы CCB, прямые углерод-протонные константы, геминальные константы, вицинальные константы CCB, величины констант CCB. Зависимость углерод-протонных констант от гибридизации углеродных атомов, от электроотрицательности заместителей. Интегральная интенсивность сигналов ЯМР 13 С и ширина линии. Расчеты спектров ЯМР 13 С, аддитивные схемы расчетов XC в спектрах ЯМР 13 С по инкрементам.
- 17. Двумерная спектроскопия ЯМР. Спектроскопия корреляции ХС. Корреляция обусловленная гомоядерным скалярным взаимодействием (COSY, TOCSY). Корреляция обусловленная гетероядерным скалярным взаимодействием (CHCORR, HMBC, HSQC). Двумерная Јспектроскопия, гетероядерная Ј-спектроскопия (JRES). Примеры двумерных спектров. Эксперимент Inadequate.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он выполнил 80 100% задания;
- оценка «незачтено» выставляется студенту, если он выполнил 79 59 % задания.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения лисциплины

Основная литература:

- 1. Х.Гюнтер, Введение в курс спектроскопии ЯМР. М.: Мир, 1984. 480с.
- 2. Н. М. Сергеев. Спектроскопия ЯМР. М.: МГУ, 1981. 280с.
- 3. В.А. Миронов В.А., Янковский С.А. Спектроскопия в органической химии. Сборник задач: учеб. пособие для вузов. М.: Химия, 1985. 232 с.
- 4. Б. И. Ионин, Б. А. Ершов, А. И. Кольцов. ЯМР-спектроскопия в органической химии. Л.: Химия, 1983. 279с.
- 5. Г. Леви, Г. Нельсон. Руководство по ядерному магнитному резонансу углерода-13 для химиков-органиков. М.: Мир, 1975. 295с.

Дополнительная литература:

- 1. Э. Бакс. Двумерный ядерный магнитный резонанс в жидкости. Новосибирск: Наука, 1989. 160с.
- 2. Э. Дероум. Современные методы ЯМР для химических исследований. М.: Мир, 1992. 188с.
- 3. А. Жунке. Ядерный магнитный резонанс в органической химии. М.: Мир, 1974. 176с.
- 4. Л.А. Козицына, И.Б. Куплетская. Применение УФ-, ИК-, ЯМР- и масс спектроскопии в органической химии. М.: МГУ, 1979. 238с.
- 5. Э. Претч, Ф. Бюльманн, К. Аффольтер. Определение строения органических соединений. (таблицы спектральных данных), издательство «Мир», Москва, 2006
- 6. О.Сильверстейн, Ф.Вебстер, Д.Кимл. Спектрометрическая идентификация органических соединений. Москва. Бином. Лаборатория знаний 2012 г.)
- 7. Воловенко Ю.М., Карцев В.Г., Комаров И.В., Туров А.В., Хиля В.П. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса для химиков. ICSPF pres 2011/
- 8. Б. Блюмих. Основы ЯМР. Москва. Техносфера. 2011.
- 9. Спирихин Л.В., Шепилевич И.С., Вакулин И.В., Талипов Р.Ф., Талипова Г.Р., Галин Ф.З. ЯМР-¹Н спектроскопия в органической химии: Учебное пособие. Уфа: РИО БашГУ, 2004.-140 с.

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

- 1. Научная электронная библиотека: http://www.elibrari.ru
- 2. Библиотека БашГУ: www.bashlib.ru
- 3. EMILY (Electronic Membrane Information Library) Электронная библиотека по мембранам и мембранным технологиям, БО, аннотации материалов периодических изданий, конференций, технических сообщений, книг;
- 4. Facility for the Analysis of Chemical Thermodynamics (FACT) База термодинамических свойств и программы расчета равновесного состава многокомпонентных и многофазных систем. Бесплатный доступ к каталогу чистых веществ, базе данных термодинамических свойств чистых веществ, и к модулю простейших термодинамических расчетов;
- 5. WWW Patent searching и Free Patents Online Database Поиск патентов;
- 6. DjVu БИБЛИОТЕКИ Перечень библиотек DjVu по направлениям: естественно-научные, технические, прочие. Allbest.ru

Программное обеспечение:

- 1. Пакет офисных приложений профессионального уровня OfficeProfessionalPlus 2013 RussianOLPNLAcademicEdition № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.
- 2. Серверная операционная система Windows Server Standard 2012 Russian OLP NL AcademicEdition 2Proc № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.
- 3. Операционная система для персонального компьютера Win SL & Russian OLP NL AcademicEdition Legalization GetGemuine № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.
- 4. Обновление операционной системы для персонального компьютера WindowsProfessional 8 RussianUpgradeOLPNLAcademicEdition № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.
- 5. Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y Academic Enterprise № 0301100003613000104-1 or 17.06.2013 г.
- 6. Система электронного тестирования на базе Moodle http://moodle.bashedu.ru/course/view.php?id=2841 (afferte).

6.Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Оснащенность	Перечень лицензионного программного
специальных помещений	специальных помещений и	обеспечения.
и помещений для	помещений для	Реквизиты подтверждающего документа
самостоятельной работы	самостоятельной работы	P P P P P P P P P P P P P P P P P P P
1. учебная аудитория для	Лекции	Аудитория. № 402
проведения занятий	,	Учебная мебель, доска.
лекционного типа:		
аудитория № 402		
(учебный корпус, ул.		
Мингажева, 100)		
2. учебная аудитория для	Лабораторные работы	Аудитория. № 402
проведения занятий	ντασοραπορποίο ρασοποί	Учебная мебель, доска.
семинарского типа:		5 reonal medero, odeka.
аудитория № 402		
[, , , , , , , , , , , , , , , , , , ,		
(учебный корпус, ул. Мингажева, 100)		
, ,		
Центр коллективного пользования УФИХ		
УФИЦ РАН		
3. учебная аудитория для	Проведение групповых и	Аудитория. № 402
проведения групповых и	индивидуальных	Учебная мебель, доска.
индивидуальных	·	у чеоная меоель, ооска.
консультаций:	консультаций	
<u> </u>		
37, 1		
Мингажева, 100)	Прододация полити	4dumon 16.402
4. учебная аудитория для	Проведение текущего	Аудитория. № 402
проведения текущего	контроля и	Учебная мебель, доска.
контроля и	промежуточной	Аудитория № 403 (компьютерный
промежуточной	аттестации	класс)
аттестации:		Коммутатор НР V1410-24G
аудитория № 402, 403		Персональный компьютер в комплекте
(учебный корпус, ул.		Lenovo ThinkCentre All-In-One (12 um)
		Персональный компьютер Моноблок

Мингажева, 100)		баребон ECS G11-21ENS6B 21.5 G870/2GDDR31333/320G SATA/DVD+RW (12 шт) Сервер №2 Depo Storm1350Q1 Коммутатор Heewlett Packard HP V1410- 8 G.
5. помещения для самостоятельной работы: библиотека, аудитория № 201 (учебный корпус, ул. Мингажева, 100) читальный зал №2 (физмат корпус - учебное)	Самостоятельная работа	<i>Аудитория № 201</i> PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мы шь ПК в компл. Фермо Intel Intel PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь читальный зал №2 (физмат корпус - учебное) PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь -5 шт. ПК в компл. Фермо Intel. Моноблок №1 Фермо AMD A8-5500 – 5 шт. Программное обеспечение: 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные 2. Місгозоft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные

МИНОБРНАУКИ РОССИИ ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» НАИМЕНОВАНИЕ ФИЛИАЛА НАИМЕНОВАНИЕ ФАКУЛЬТЕТА (ИНСТИТУТА)

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины ЯМР-спектроскопия в анализе материалов на ___1__ семестр

Очная форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	108/3
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	16
практических/ семинарских	
лабораторных	18
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды	
учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с	
преподавателем) (ФКР)	0,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	73,3
Учебных часов на подготовку к	
экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	

	Форма(ы	контроля:		
зачет	2	семестр		

№ п/п	Тема и содержание	прак за самосто ЛК	а изучения матические заня нятия, лабора ятельная рабочас	лтия, семина торные рабо ота и трудое ах) ЛР	рские оты, мкость (в	Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Тема 1. Спектры протонного магнитного резонанса высокого разрешения Условия магнитного резонанса Параметры спектров ПМР.	4		4	16	№1, c. 5-10	Соответствующий раздел квантовой хи-мии	Коллоквиум, контрольная работа, зачет
2.	Тема 2. Анализ спектров ПМР. - классификация спиновых систем (номенклатура спиновых систем) - спектры первого порядка, - спектры ПМР второго порядка, Релаксация. Техника эксперимента. ЯМР спектрометры.	4		4	16	№1, c.11-38 №7, c. 30-56	№1, c. 120-130	Коллоквиум, контрольная работа, зачет

3.	Тема 3. Спектроскопия ЯМР 13С. Импульсная спектроскопия ЯМР. Спектроскопия с преобразованием Фурье. Параметры спектров ЯМР 13С. Методы регистрации	4	4	16	№1, c. 42-52 №7, c. 7-23	Составить таблицу характеристических частот и длин волн для различных классов соединений №1, с. 136-146	Коллоквиум, контрольная работа, зачет
	спектров ЯМР ¹³ С. Расчеты спектров ЯМР ¹³ С, аддитивные схемы расчетов ХС в спектрах ЯМР ¹³ С по инкрементам.						
4.	Тема 4. Двумерная спектроскопия ЯМР. Классическое описание простого двумерного эксперимента. Построение двумерных спектров. Практическое осуществление экспериментов. Виды и применение двумерных спектров ЯМР.	4	6	25,3	№1, c. 53-84 №7, c. 72-88	№1, c. 147-156	Коллоквиум, контрольная работа, зачет
	Всего часов:	16	18	73,3			