

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе,
качеству образования –
первый проректор

_____ Хагуров Т.А.

«31» _____ мая _____ 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.05 РАДИОСПЕКТРАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Направление подготовки – 04.03.01 Химия

Направленность (профиль) – «Медицинская и
фармацевтическая химия»

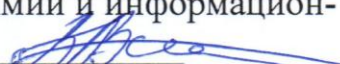
Форма обучения – очная

Квалификация выпускника – бакалавр

Краснодар 2024

Рабочая программа дисциплины Б1.В.05 «Радиоспектральные методы исследования» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 04.03.01 – Химия.

Программу составил:

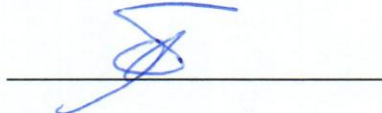
Волынкин В.А., зав. кафедрой общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии, к.х.н., доцент 

Рабочая программа дисциплины Б1.В.05 «Радиоспектральные методы исследования» утверждена на заседании кафедры общей, неорганической химии и ИВТ в химии

протокол № 8 от «23» апреля 2024 г.

Заведующий кафедрой Волынкин В.А. 

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий, протокол № 7 «20» мая 2024 г.

Председатель УМК факультета Беспалов А.В. 

Рецензенты:

Крапивин Г.Д, главный научный сотрудник ЦКП «ИЦПиХТ»
ФГБОУ ВО «КубГТУ», д.х.н., профессор

Болотин С.Н, зав. кафедрой экологии и природопользования
ФГБОУ ВО «КубГУ», к.х.н, доцент

1. Цели и задачи освоения дисциплины

1.1. Цель дисциплины:

Обучить студентов владению современными методами исследования ЯМР и ЭПР спектроскопии, освоить основные приемы работы и принципы исследования соединений, подготовить к самостоятельному решению практических задач в данной области от постановки задачи и планирования эксперимента до получения конечного результата.

1.2. Задача дисциплины:

- знакомство студентов с основными методами исследования соединений, обработки результатов спектроскопических исследований, принципами планирования эксперимента, моделирования спектров сложных равновесных систем.
- студенты должны познакомиться с современными методами, научным оборудованием и программным обеспечением. Уметь активно применять современные методы исследования в профессиональной сфере.

1.3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Радиоспектральные методы исследования» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1. Дисциплины (Модули) учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 3 курсе. Вид промежуточной аттестации: экзамен.

Для ее изучения используются знания курсов «Физические методы анализа» и «Физика».

Знания и навыки, полученные в результате освоения данного курса, могут быть использованы при изучении специальных профильных дисциплин, таких как «Медицинская химия», «Супрамолекулярная химия», «Фармацевтическая химия» а также в научно-исследовательской работе студентов.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих профессиональных компетенций:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ПК-2 - Способен применять современную аппаратуру при проведении научных исследований, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты.	
ИПК-2.1. Осуществляет исследование химических соединений и материалов с использованием современного химического оборудования	знает базовые и специальные экспериментальные методы радиоспектроскопии
	умеет выбирать оптимальные методы радиоспектроскопии для исследования неорганических и органических соединений
	владеет методологией радиоспектроскопии для исследования неорганических и органических соединений
ИПК-2.2. Обрабатывает и анализирует экспериментальные данные, полученные с использованием современной химической аппаратуры	знает теорию и практику ЯМР и ЭПР спектроскопии
	умеет обрабатывать и осуществлять анализ экспериментальных данных радиоспектроскопии применительно к неорганическим и органическим соединениям
	владеет базовыми навыками использования современных программных средств для обработки и анализа экспериментальных данных
ПК-5. Способен осуществлять поиск и первичную обработку научной и научно-технической информации по предложенной теме	
ИПК-5.1. Осуществляет поиск научной и научно-технической информации по предложенной теме	знает основные направления развития теории строения органических соединений
	умеет проводить поиск научной и научно-технической информации по теме строения неорганических и органических соединений
	владеет методологией поиска научной и научно-технической информации
ИПК-5.2. Осуществляет выбор и обработку научной и научно-технической информации по предложенной теме	знает базовые и специальные методы выбора и обработки научной и научно-технической информации
	умеет осуществлять выбор и обработку научной и научно-технической информации
	владеет методологией выбора и обработки научной и научно-технической информации по радиоспектроскопии органических соединений

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		5			
Контактная работа, в том числе:					
Аудиторные занятия (всего):	68	68			
Занятия лекционного типа	16	16		-	-
Лабораторные занятия	52	52		-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-		-	-
	-	-		-	-
Иная контактная работа:					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3			
Самостоятельная работа, в том числе:	38	38			
Курсовая работа	-	-		-	-
Проработка учебного (теоретического) материала	20	20		-	-
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	12	12		-	-
Реферат	-	-		-	-
Подготовка к текущему контролю	6	6		-	-
Контроль:					
Подготовка к экзамену	35,7	35,7			
Общая трудоёмкость	час.	144	144		-
	в том числе контактная работа	70,3	70,3		
	зач. ед	4	4		

2.2 Структура дисциплины.

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре (для студентов ОФО)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Спектроскопия ЭПР	20	2		10	8
2.	Спектроскопия ЯМР	46	6		24	16
3.	ЯМ релаксация	8	2		4	2
4.	Исследование органических соединений	22	4		10	8
5.	ЯМР твердого тела	10	2		4	4
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>		16		52	38
	<i>Контроль самостоятельной работы (КСР)</i>	2				
	<i>Промежуточная аттестация (ИКР)</i>	0,3				
	<i>Подготовка к текущему контролю</i>	35,7				
	<i>Общая трудоемкость по дисциплине</i>	144				

2.3 Содержание разделов дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Спектроскопия ЭПР	Основные понятия спектроскопии ЭПР. Параметры спектров ЭПР (g-фактор, константа СТВ, ширина линии). Особенности ЭПР растворов	<i>Коллоквиум</i>
2.	Спектроскопия ЯМР	Основные понятия спектроскопии ЯМР. Параметры спектров ЯМР. Устройство ЯМР спектрометра. Импульсный ЯМР и его особенности. Применение импульсных методов	<i>Реферат. Доклад на тему.</i>
3.	Методы определения структуры соединений	Специальные методики: методы двойного резонанса, ЯЭО и др. Многомерные эксперименты. Измерение времен релаксации.	<i>Решение задач</i>
4.	Исследование комплексных соединений.	Равновесия в растворах комплексных соединений. Устойчивость комплексных соединений Методы определения констант устойчивости спектроскопическими методами. Информация, получаемая из ЯМР и ЭПР спектров комплексных соединений. Исследование кинетики и механизма реакций комплексообразования.	<i>Коллоквиум</i>
5.	Анализ формы линии.	Классическое рассмотрение. Квантово-химическое рассмотрение. Анализ формы линии спектров ЯМР и ЭПР с использованием метода матрицы спиновой плотности.	<i>Проверка работ. Отчеты о выполнении.</i>
6.	ЯМР спектроскопия твердого тела	Особенности экспериментальных техник. Вращение под магическим углом Получение структурной информации из спектров ЯМР твердого тела.	<i>Выполнение индивидуальных заданий</i>

2.3.2 Занятия семинарского типа

(учебным планом занятия семинарского типа не предусмотрены)

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4
1.	Знакомство с ЭПР спектрометром. Съёмка спектров различных соединений. Анализ и интерпретация спектров.	<i>Устный опрос</i>
2.	Исследования комплексообразования меди с органическими лигандами. Приготовление растворов, съёмка спектров.	<i>Отчет по лаб. работе</i>
3.	Анализ спектров и обработка полученных результатов.	<i>Решение задач</i>
4.	Знакомство с ЯМР спектрометром. Съёмка спектров различных соединений. Анализ и интерпретация спектров.	<i>Отчет по лаб. работе</i>
5.	Исследование структуры соединений. Специальные методики.	<i>Отчет по лаб. работе</i>
6.	Исследование фармацевтических препаратов и биологических жидкостей. Приготовление растворов, съёмка спектров	<i>Отчет по лаб. работе</i>
7.	Анализ спектров и обработка полученных результатов.	<i>Решение задач</i>
8.	Приготовление образцов твердого тела, съёмка спектров, расшифровка результатов	<i>Отчет по лаб. работе</i>

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы – не предусмотрены

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

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Теоретическая самоподготовка	Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с. Интернет ресурсы по дисциплине, в том числе указанные в п.6.
2	Подготовка к ЛР	
3	Реферат	
4	Доклады, презентации	

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

Для формирования профессиональных компетенций в процессе освоения курса используется технология профессионально-развивающего обучения, предусматривающая не только передачу теоретического материала, но и стимулирование и развитие продуктивных познавательных действий студентов (на основе психолого-педагогической теории поэтапного формирования умственных действий).

Активизации и интенсификации познавательного процесса способствуют моделирование проблемных ситуаций, мультимедийные презентации в лекционном курсе. В рамках лабораторных занятий применяются методы проектного обучения, исследовательские методы, тренинговые формы, метод конкретных ситуаций. В процессе самостоятельной деятельности студенты осваивают и анализируют передовой опыт, используя имеющуюся литературу и информационные технологии, выступают с презентациями, накапливают портфолио разработок.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Текущий контроль осуществляется в устной и электронной форме в процессе выполнения лабораторных работ. Промежуточный контроль проводится в виде тестов и контрольных работ. Итоговый контроль осуществляется приемом экзамена в 5 семестре.

Критерии оценки сформированных компетенций определяются уровнем усвоения изучаемого материала.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Студент свободно владеет теоретическим материалом (знает как основные, так и специфические синтетические методы, а также механизмы основных реакций) и способен самостоятельно решить экзаменационную задачу.

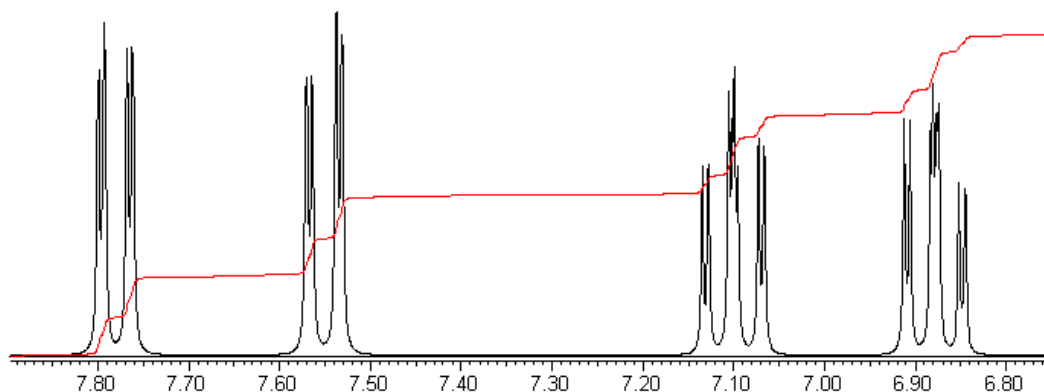
Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Студент хорошо владеет теоретическим материалом, знает базовые синтетические методы и имеет представление о механизмах основных синтетически важных реакций, способен справиться с экзаменационной задачей при незначительной помощи со стороны преподавателя.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. Студент знает базовые синтетические методы, однако плохо разбирается в специфических методах и механизмах основных реакций, с трудом справляется с экзаменационной задачей при существенной помощи со стороны преподавателя.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Студент не способен решить экзаменационную задачу даже с помощью преподавателя и плохо владеет теоретическим материалом (наблюдаются существенные

4.1.1 Примеры вариантов контрольных работ, тестов

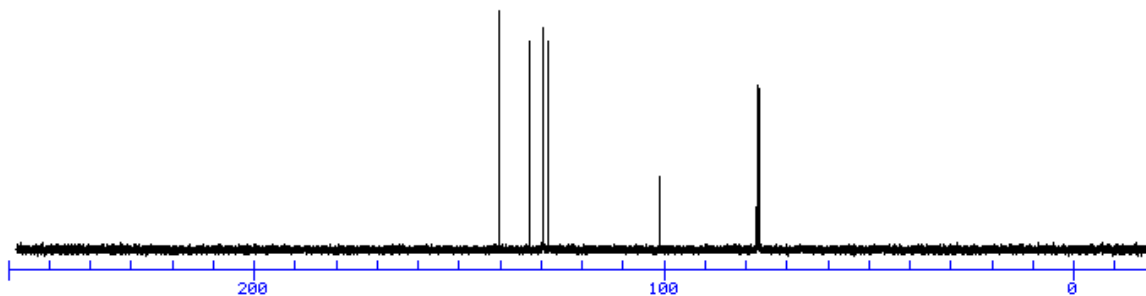
ВАРИАНТ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ по теме «Исследование структуры соединений»

Вариант №4.

^1H ЯМР спектр - $\text{C}_6\text{H}_4\text{BrI}$



^{13}C ЯМР спектр - $\text{C}_6\text{H}_4\text{BrI}$ (140.2, 132.6, 129.6, 129.3, 128.3, 101.1, 77.3, 76.9, 76.6)



4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

4.2.1 Вопросы для подготовки к экзамену

1. Явление ядерного магнитного резонанса. Классическое описание.
2. Устройство спектрометра ЯМР.
3. Основные параметры спектра ЯМР. Химический сдвиг.
4. Основные параметры спектра ЯМР. Константа спин-спиновой взаимодействия.
5. Процессы релаксации. Природа спин-решеточной и спин-спиновой релаксации.
6. Общий подход к анализу спектров ЯМР. Анализ спектров первого и более высоких порядков.
7. Специальные методы эксперимента в спектроскопии ЯМР. Методы двойного и множественного резонанса. Многомерная спектроскопия ЯМР, основные типы экспериментов.
8. Динамические эффекты в спектроскопии ЯМР. Понятие быстрого и медленного обмена. Точка коалесценции.
9. Изменения спектров ЯМР, вызываемые процессами комплексообразования. Анализ систем в приближении медленного обмена.
10. Анализ спектров в приближении быстрого обмена. Понятие предельного химического сдвига. Использование аддитивной модели для наблюдаемого химического сдвига для расчета параметров динамических систем.
11. Анализ формы линии спектра. Классический подход (метод ГМС).
12. Квантовомеханический подход к описанию спектров. Теория матрицы спиновой плотности.
13. Принцип метода ЭПР. Теория метода. Эффект Зеемана.
14. Устройство спектрометра ЭПР.
15. Основные параметры спектров ЭПР. g -фактор.
16. Основные параметры спектров ЭПР. Константа СТВ. Природа сверх-

тонкого взаимодействия.

17. Уширение линий спектра ЭПР. Механизмы процессов уширения.
18. Применение спектроскопии ЭПР для исследования координационных соединений. Исследования в твердом виде и в растворах.
19. Форма линии спектра ЭПР. Классическое описание спектров ЭПР (метод кривых Лоренца.). Ограничения метода.
20. Применение метода матрицы спиновой плотности к описанию динамических систем.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Учебная литература

1. Устынюк, Ю.А. Лекции по спектроскопии ядерного магнитного резонанса [Электронный ресурс]. Ч. 1 (вводный курс) / Ю.А. Устынюк. – М.: Техносфера, 2016. - 288 с. - ISBN 978-5-94836-410-0. – Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=444862&sr=1
1. Пентин, Юрий Андреевич, Вилков, Лев Васильевич. Физические методы исследования в химии. - М. : Изд-во "МИР" Изд-во "АСТ", 2003. - 683с.
2. В.Т. Панюшкин, Ю.Е. Черныш, В.А. Волинкин, Г.С. Бородкин, И.Г. Бородкина. Ядерный магнитный резонанс в структурных исследованиях / Отв. ред. Р.З. Сагдеев. – М.: Красанд, 2017. – 350 с.

5.2 Периодические издания

Периодические журналы: " Журнал координационной химии "; "Журнал структурной химии".

1. <http://www.sciencedirect.com>
2. <http://www.spectroscopynow.com>
3. <http://www.msg.ameslab.gov/games/>

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Scopus <http://www.scopus.com/>
2. ScienceDirect www.sciencedirect.com
3. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
4. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
5. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
6. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ)) <https://rusneb.ru/>
7. Springer Journals <https://link.springer.com/>
8. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
9. Springer Nature Protocols and Methods
10. <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
11. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
12. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>

Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
3. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
4. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/>

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

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

Методические рекомендации преподавателям по методике проведения основных видов учебных занятий

Лекции

Методика чтения лекций

Лекции являются одним из основных методов обучения по дисциплине, которые должны решать следующие задачи:

- изложить важнейший материал программы курса, освещающий основные моменты;
- развить у студентов потребность к самостоятельной работе над учебной и научной литературой.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее главных положений. Рекомендуется на первой лекции довести до внимания студентов структуру курса и его разделы, а в дальнейшем указывать начало каждого раздела, суть и его задачи, а, закончив изложение, подводить итог по этому разделу, чтобы связать его со следующим.

Содержание лекций

Содержание лекций определяется рабочей программой курса. Крайне желательно, чтобы каждая лекция охватывала и исчерпывала определенную тему курса и представляла собой логически вполне законченную работу. Лучше сократить тему, но не допускать перерыва ее в таком месте, когда основная идея еще полностью не раскрыта.

Лабораторные занятия

Методика проведения лабораторных занятий

Целями проведения лабораторных работ являются:

- установление связей теории с практикой в форме экспериментального подтверждения положений теории;
- обучение студентов умению анализировать полученные результаты;
- контроль самостоятельной работы студентов по освоению курса;
- обучение навыкам профессиональной деятельности

Цели лабораторного практикума достигаются наилучшим образом в том случае, если выполнению эксперимента предшествует определенная подготовительная внеаудиторная работа. Поэтому преподаватель обязан довести до всех студентов график выполнения лабораторных работ с тем, чтобы они могли заниматься целенаправленной домашней подготовкой. Перед началом очередного занятия преподаватель должен удостовериться в готовности студентов к выполнению лабораторной работы путем короткого собеседования и проверки наличия у студентов заготовленных протоколов проведения работы.

Указания по самостоятельной работе.

Самостоятельная работа составляет не менее 50% от времени, отводимого на изучение дисциплины. При самостоятельной работе студент должен ознакомиться с основными учебниками и учебными пособиями, дополнительной литературой и иными доступными литературными источниками. При работе с литературой по конкретным темам курса, в том числе указанным для самостоятельной проработки, основное внимание следует уделять важнейшим понятиям, терминам, определениям, для скорейшего усвоения которых целесообразно вести краткий конспект.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: интерактивная доска SMART Board, короткофокусный интерактивный проектор, ноутбук, меловая доска (ауд. 422С).	Microsoft Windows, Microsoft PowerPoint
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: интерактивная доска SMART Board, короткофокусный интерактивный проектор, ноутбук, меловая доска (ауд. 422С).	Microsoft Windows, Microsoft PowerPoint
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Компьютерные классы.	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: рабочие станции с операционной системой Windows и необходимым программным обеспечением, ЯМР спектрометры JEOL JMN-ECA-400, TESLA BS-587A, ЭПР спектрометры JEOL JES FA-300, Radiopan SE/X-2543 (ауд. 136, ауд. А019 НОЦ ДСЧН).	Microsoft Windows, Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint), ACD Labs ChemsSketch freeware, HyperChem 8.0, JEOL Delta
Учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: компьютерная техника с возможностью под-	Microsoft Windows, Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint), ACD Labs ChemsSketch freeware

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
	<p>ключения к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi). (ауд. 428с, 431с)</p>	