

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

И.о. декана

А. С. Князев

Оценочные материалы по дисциплине

Ядерный магнитный резонанс

по направлению подготовки

**04.04.01 Химия**

Направленность (профиль) подготовки:  
**Химические и физические методы исследований в экологической и  
криминалистической экспертизе**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Магистр**

Год приема

**2023**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

К.А. Дычко

Председатель УМК

Л.Н. Мишенина

## 1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1 Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК 1.1 Разрабатывает стратегию научных исследований, составляет общий план и детальные планы отдельных стадий

ИПК 1.2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, используя достижения современной химической науки, и исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов

ИПК 1.3 Использует современное физико-химическое оборудование для получения и интерпретации достоверных результатов исследования в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках, применяя взаимодополняющие методы исследования

## 2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

- задания к семинарским занятиям;
- индивидуальные задания.

Примеры заданий текущего контроля выполнения заданий к семинарам (ПК-1)

Пример: тема семинара «Интегральная интенсивность в ПМР-спектрах».

1. Дать определение интегральной интенсивности, отличие от интенсивности в УФ- и ИК-спектрах.
2. Будет ли отличаться соотношение интенсивностей сигналов этилформиата и диэтилмалоната?
3. В спектре ПМР смеси бензола и циклогексана наблюдаются два синглета при 7,2 и 1,4 м.д. с интегральными интенсивностями 50 и 32 мм. Определите мольные доли компонент.
4. Определить структурную формулу соединения  $C_{11}H_{16}$ , в ПМР которого имеются три синглета при 0,92; 2,47 и 7,12 м.д. с соотношением интенсивностей сигналов 9:2:5.

Ответы:

Вопрос 2: Нет

Вопрос 3:  $m(C_6H_6) = 0,75$ ;  $m(C_6H_{12}) = 0,25$

Вопрос 4: неопентилбензол.

Примерный перечень вопросов индивидуальных заданий (ПК-1).

1. Ядра каких изотопов элементов  ${}^7Li$ ,  ${}^{32}S$ ,  ${}^{31}P$  обладают собственным магнитным моментом и почему?
2. В системе ПМР смеси галогенпроизводных  $C_2H_2Cl_4$  и  $C_2H_2Br_4$  имеются два одинаковых по интенсивности синглета. Каковы структуры компонентов и каково их процентное содержание в смеси?
3. Используя аддитивные схемы, рассчитать значения химических сдвигов протонов в соединениях:  $CH_2ClBr$ ;  $m-ClC_6H_4NO_2$ .

4. Указать мультиплетность сигналов для каждого вида эквивалентных протонов:  
 $^{13}\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{Cl}$ .
  5. Используя номенклатуру А,В...Х, отнести молекулы к тому или иному классу спиновых систем:  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-O-C}_6\text{H}_5$ ;  $\text{CH}_2=\text{CHBr}$ .
  6. Какому изомеру пентахлорпропана соответствует спектр ПМР, содержащий триплет при  $\delta$  4,6 м.д. и дублет при  $\delta$  6,05 м.д.?
  7. В спектре ПМР раствора метанола в  $\text{D}_2\text{O}$  наблюдается один сигнал при  $\delta$  3,3 м.д., а в случае раствора в  $\text{CCl}_4$  – два сигнала с соотношением интенсивностей 3:1. Объяснить зависимость спектра метанола от растворителя и его чистоты (присутствие следов кислоты).
  8. Установить строение соединения  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  на его ПМР и ЯМР  $^{13}\text{C}$  спектрам.
- Ответы:  
 Вопрос 1.  $^7\text{Li}$ ,  $^{31}\text{P}$ .  
 Вопрос 2. 50%  
 Вопрос 3. 1-ое 5,68 м.д.; 2-ое: 7,38 м.д., 7,67 м.д., 8,18 м.д., 8,24 м.д.  
 Вопрос 4. Триплет-квинтет-триплет; дублет триплетов-дублет квадруплетов.  
 Вопрос 5. 1-ое:  $\text{A}_3\text{K}_2\text{X}_2$  и  $\text{AA'BB' C}$ ; 2-ое:  $\text{ABX}$ .  
 Вопрос 6. 1,1,2,3,3 – пентахлорпропан  
 Вопрос 7. На скорость обмена влияют растворитель и следы кислоты.  
 Вопрос 8. 2,3– диметилбутан.

### 3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Зачет в третьем семестре проводится в устной форме по билетам. Билет содержит 3 вопроса. Соответствует структуре компетенций дисциплины и позволяет оценивать освоение всех запланированных индикаторов – результатов обучения ИПК-1.1, ИПК-1.2, ИПК-1.3. Продолжительность подготовки по билету – 1 час.

Примеры билетов:

#### Билет №4

1. Особенности спектроскопии ЯМР  $^{13}\text{C}$ .
2. Определить структуру соединения  $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_4$ , которому соответствуют следующие параметры ПМР-спектра ( $\delta$ , м.д.): 1,25 (триплет) и 4,4 (квадруплет) с соотношением интенсивностей сигналов 3:2.
3. Каким будет общий вид спектров ПМР дейтерированных аналогов нитроэтана:  $\text{CH}_3\text{CD}_2\text{NO}_2$  и  $\text{CD}_3\text{CH}_2\text{NO}_2$  ?

#### Билет №5

1. Спин-спиновое взаимодействие, его природа.
2. В спектре ПМР соединения  $\text{C}_{21}\text{H}_{20}\text{O}$  обнаружены три сигнала ( $\delta$ , м.д.): 1,15 (триплет), 4,05 (квадруплет); 7,15 (синглет) с соотношением интенсивностей сигналов 3:2:15. Какова структура вещества?
3. По спектрам ПМР и ЯМР  $^{13}\text{C}$  установить структуру соединения  $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}$ .

По результатам ответа на вопросы билета оценивается сформированность компетенций. Компетенции считаются сформированными, если студент усвоил более 60%

изучаемого материала. Первый вопрос теоретический, относящийся к компетенции ИПК-1.1; ИПК-1.2. Второй и третий вопросы содержат практические задания, проверяющие компетенции ИПК-1.3.

Вопросы билета оцениваются следующим образом, исходя из максимальных 5 баллов.

1-ый вопрос – 1 балл

2-ой вопрос – 1,5 балла

3-ий вопрос – 1,5 балла.

Ответ оценивается по следующей шкале:

3-5 баллов – «зачтено»

Менее 3 баллов – «не зачтено».

### **Информация о разработчиках**

Кравцова Светлана Степановна, канд. хим. наук, доцент, Национальный исследовательский Томский государственный университет, кафедра органической химии, доцент.