

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 15.09.2025 10:48:02  
Уникальный программный ключ:  
04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8322923



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Факультет Химический  
Кафедра аналитической и физической химии

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине «Физические методы исследования в химии» по направлению подготовки 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» направленности Химия материалов ФГБОУ ВО «ЧелГУ»			
Версия документа - 1	стр. 1 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

**Фонд оценочных средств  
промежуточной аттестации  
по дисциплине**

***Физические методы исследования в химии***

Направление подготовки

**04.05.01**

**Фундаментальная и прикладная химия**

Присваиваемая квалификация  
**Химик. Преподаватель химии**

Форма обучения  
***Очная***

Челябинск 2025 г.





Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Факультет Химический  
Кафедра аналитической и физической химии

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине «Физические методы исследования в химии»  
по направлению подготовки 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» направленности Химия материалов  
ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 3 из 22

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»

Дисциплина: *Физические методы исследования в химии*

Форма промежуточной аттестации: *экзамен*

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

### 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Физические методы исследования в химии»  
направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции (по ФГОС)	Результаты освоения ОП Содержание компетенций согласно ФГОС	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОК-7	Способность к самоорганизации и самообразованию	<b>Знать:</b> - содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации, исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности. <b>Уметь:</b> - планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений с учетом условий, средств, личностных возможностей и временной перспективы достижения; осуществления деятельности. - самостоятельно строить процесс овладения информацией, отобранной и структурированной для выполнения профессиональной деятельности. <b>Владеть:</b> - приемами саморегуляции эмоциональных и функциональных состояний при выполнении профессиональной деятельности - технологиями организации процесса самообразования; приемами целеполагания во



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Факультет Химический  
Кафедра аналитической и физической химии

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине «Физические методы исследования в химии»  
по направлению подготовки 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» направленности Химия материалов  
ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 4 из 22

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

		временной перспективе, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки деятельности.
<i>ОПК-1</i>	способность использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	<b>Знать:</b> теоретические основы базовых химических дисциплин <b>Уметь:</b> - выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин - решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам <b>Владеть:</b> навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам
<i>ОПК-2</i>	Владение основными навыками экспериментальной работы в профессиональной сфере деятельности с соблюдением норм техники безопасности	<b>Знать:</b> - стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ <b>Уметь:</b> - проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам <b>Владеть:</b> базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов
<i>ОПК-3</i>	Способность применять знания в области естественнонаучных дисциплин (математики, физики, биологии) при решении задач профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> - математический аппарат, необходимый для решения профессиональных задач в области химии и материаловедения - основные теоретические положения смежных с химией естественнонаучных дисциплин <b>Уметь:</b>



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Факультет Химический  
Кафедра аналитической и физической химии

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине «Физические методы исследования в химии»  
по направлению подготовки 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» направленности Химия материалов  
ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 5 из 22

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

		<p>- решать типовые учебные задачи по основным разделам математики и естественнонаучных дисциплин</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>- навыками работы с учебной литературой, основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин</p>
<i>ОПК-6</i>	знанием норм техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях	<p><b>Знать:</b></p> <p>- основные правила техники безопасности при проведении эксперимента</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>- правильно пользоваться приборами и оборудованием при проведении эксперимента</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>- основными навыками техники безопасности и соблюдать их при ведении эксперимента</p>
<i>ПК-1</i>	способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	<p><b>Знать:</b></p> <p>- основные закономерности протекающих процессов, возможности, недостатки и достоинства метода анализа и применяемого оборудования.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>- критически анализировать получаемые результаты, проверять достоверность полученных значений.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>методами метрологической и статистической обработки результатов и их представления.</p>
<i>ПК-2</i>	владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	<p><b>Знать:</b></p> <p>- устанавливать причины и применять возможные методы устранения возникающих неисправностей.</p> <p><b>Уметь:</b></p>



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Факультет Химический  
Кафедра аналитической и физической химии

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине «Физические методы исследования в химии»  
по направлению подготовки 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» направленности Химия материалов  
ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 6 из 22

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

		<p>- самостоятельно проанализировать используемую/стандартную методику анализа и оценить возможность усовершенствования/упрощения применительно к объектам исследования. Самостоятельно, с помощью специализированных компьютерных программ, проводить анализ полученных результатов.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>- навыками проведения самостоятельных исследований на высокоточном научном оборудовании, которое применяется в лаборатории – месте проведения научных исследований.</p>
<i>ПК-5</i>	способностью получать и обрабатывать результаты научных экспериментов с помощью современных компьютерных технологий	<p><b>Знать:</b></p> <p>- программное обеспечение для обработки результатов, полученных с помощью ФМИ.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>- обрабатывать данные, полученные с помощью ФМИ, и извлекать информацию, связанную со строением и структурой исследуемого вещества.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>- основными методами математической обработки результатов исследования и статистической обработки погрешностей полученных результатов.</p>

## 2.2. Уровни формирования компетенций:

1. Пороговый уровень: предполагает формирование компетенций на начальном уровне. Иметь представление о физических принципах, лежащих в основе современных инструментальных методов исследования, используемых при решении задач в различных областях химической науки и технологии

2. Базовый уровень: предполагает формирование компетенций на



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Факультет Химический  
Кафедра аналитической и физической химии

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине «Физические методы исследования в химии» по направлению подготовки 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» направленности Химия материалов ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 7 из 22

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

более высоком уровне. Знать основы аппаратурного оформления и условия реализации физических методов исследования, при которых обеспечивается получение информации, необходимой для решения химических задач;

3. Продвинутый уровень: предполагает формирование компетенций на высоком уровне, готовность к самостоятельной профессиональной деятельности. Уметь использовать получаемую с помощью физических методов исследования информацию для решения химических задач; иметь опыт расшифровки и идентификации спектральных данных, обработки получаемой с помощью физических методов исследования информации.

### 3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

№	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции (или её части)	Наименование оценочного средства
1	Введение. Общая характеристика и классификация методов	ОК-7; ОПК-1; ОПК-2	Экзамен
2	Виды движения. энергетические состояния и переходы между ними в изолированной молекуле. Методы молекулярной спектроскопии	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-5	Экзамен
3	Электронные состояния и электронные переходы в двухатомных и сложных молекулах	ОПК-3, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-5	Экзамен
4	Электронные спектры поглощения молекул в видимой и ультрафиолетовой областях.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-5	Контрольная работа, экзамен
5	Электронные спектры флуоресценции и фосфоресценции.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-5	Экзамен
6	Спектроскопия колебательных переходов в молекулах.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-5	Экзамен, контрольная работа
7	Методы рентгеноэлектронной,	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-1, ПК-2,	Экзамен



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Факультет Химический  
Кафедра аналитической и физической химии

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине «Физические методы исследования в химии» по направлению подготовки 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» направленности Химия материалов ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 8 из 22

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

	фотоэлектронной и оже-спектрокопии.	ПК-5	
8	Ядерный магнитный резонанс	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-5	Экзамен, контрольная работа
9	Электронный парамагнитный резонанс.	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-5	Экзамен
10	Методы масс-спектрометрии.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-5	Экзамен
11	Методы определения геометрии молекул.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-5	Экзамен
12	Ядерный квадрупольный резонанс	ОПК-3, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-5	Экзамен
13	Ядерный гамма-резонанс.	, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, , ПК-2, ПК-5	Экзамен
14	Методы определения электрических дипольных моментов молекул.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-5	Экзамен
15	Методы изучения поляризуемости молекул. Дисперсия оптического вращения и оптический дихроизм	ОПК-1, , ОПК-3, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-5	Экзамен

### 3.2 Содержание оценочных средств

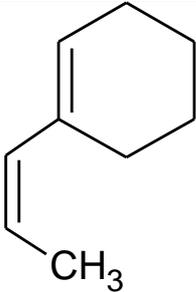
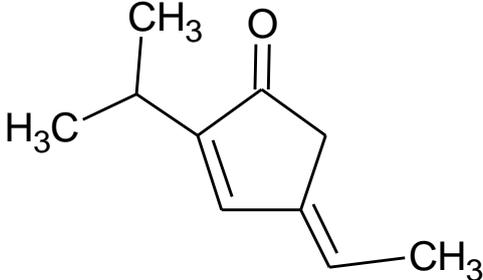
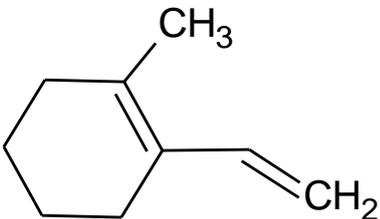
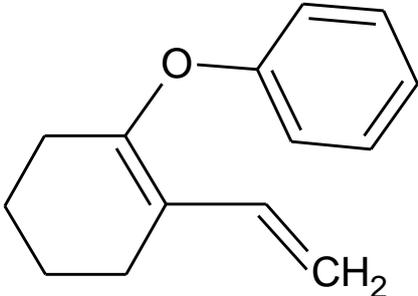
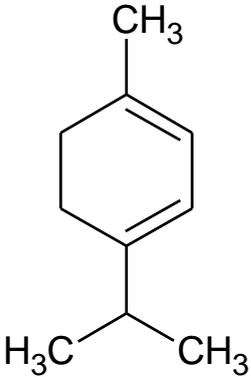
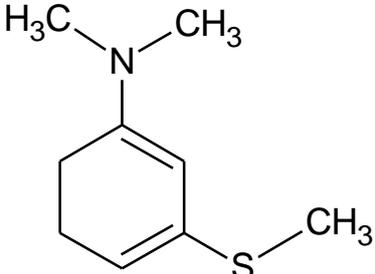
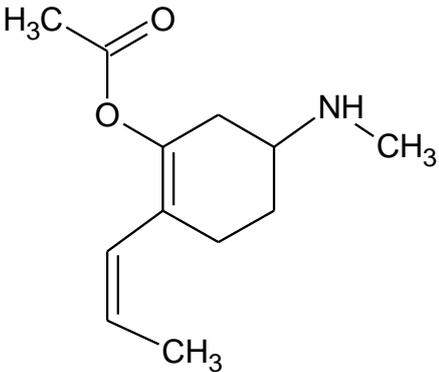
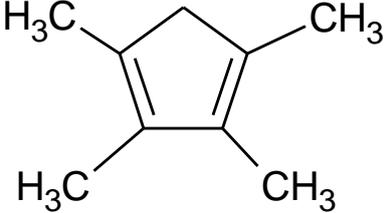
Оценочные средства представлены базой контрольных заданий и вопросов к экзамену. Контрольное задание предполагает решение задачи на интерпретацию данных, полученных с помощью физического метода. Экзамен проводится в письменном виде.

#### 3.2.1 Примеры контрольных заданий

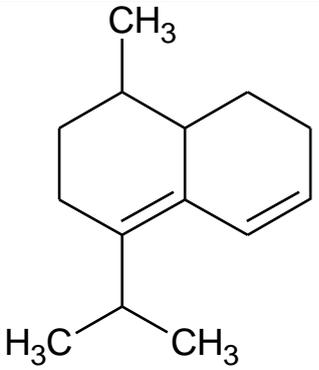
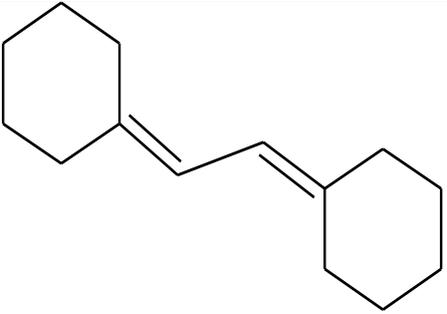
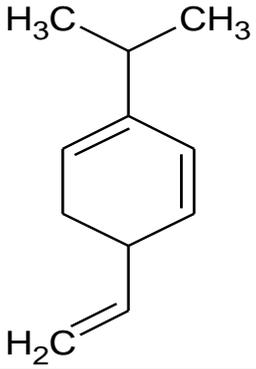
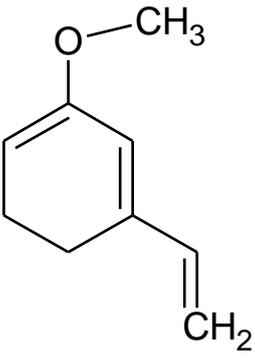
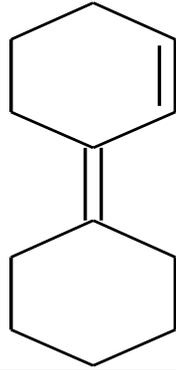
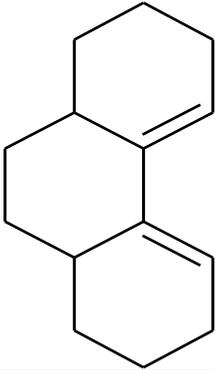
Контрольная работа №1

Используя правило Вудворда-Физера, определить положение максимума полосы поглощения для следующих веществ:

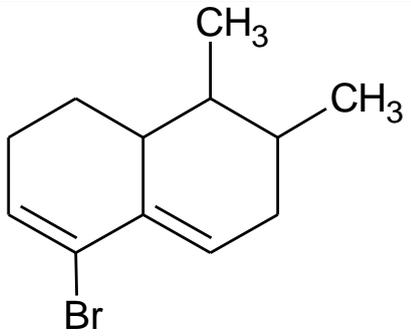
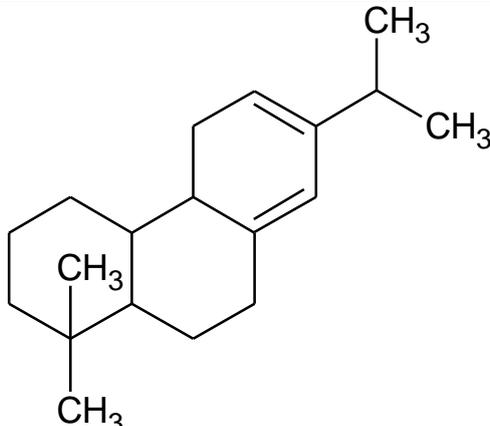
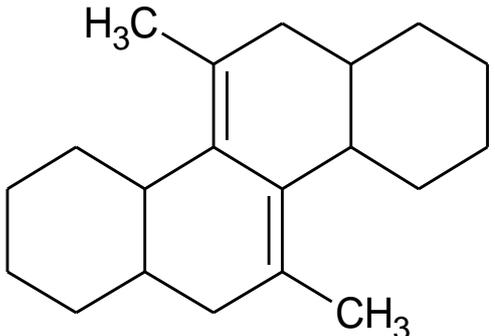
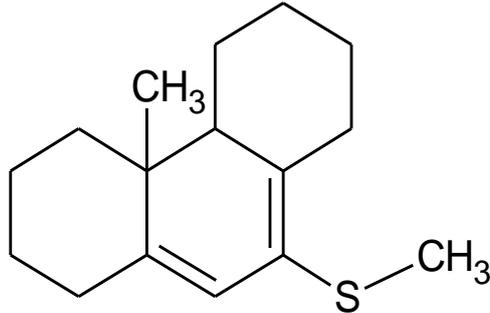
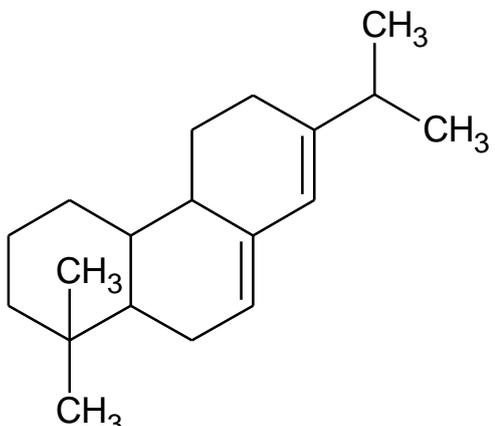
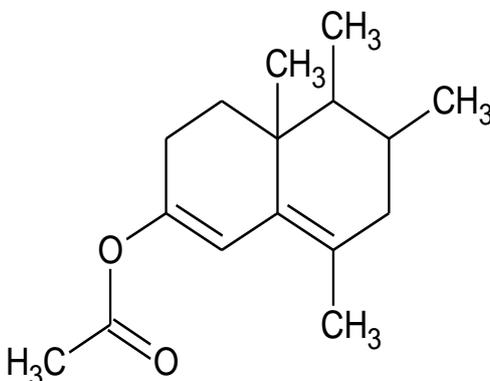


		29
1	2	31
		31
4	32	32
		32
30	3	3
		3
5	8	8

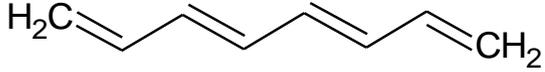
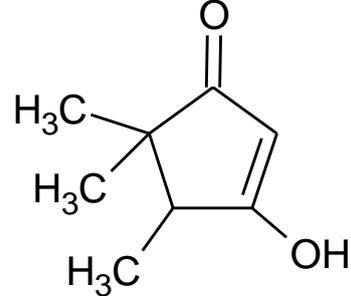
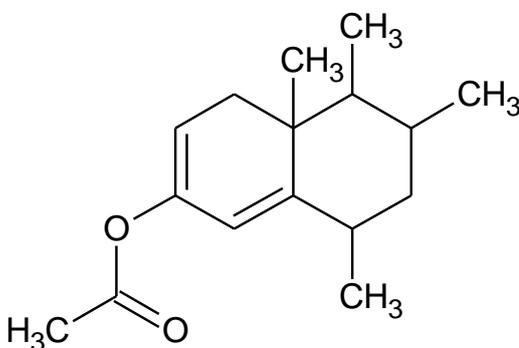
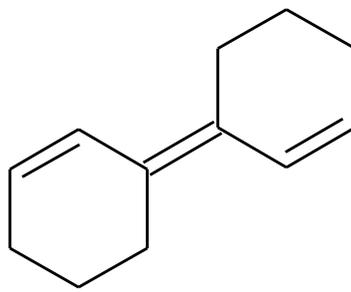
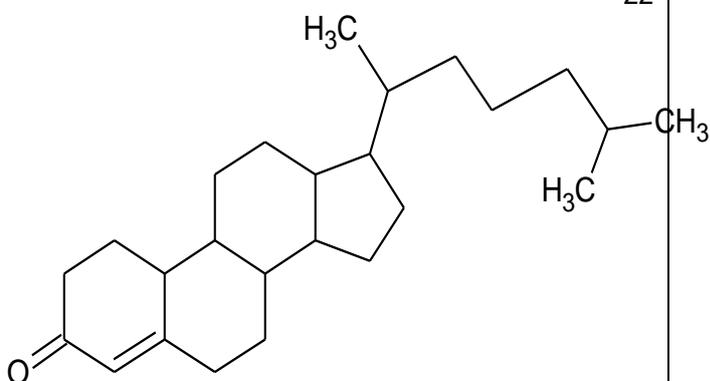
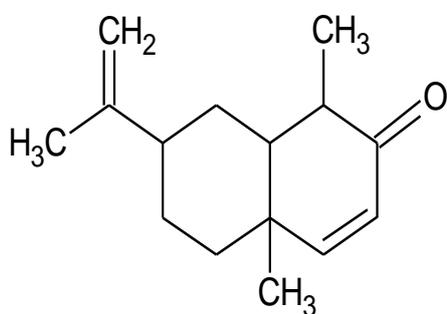
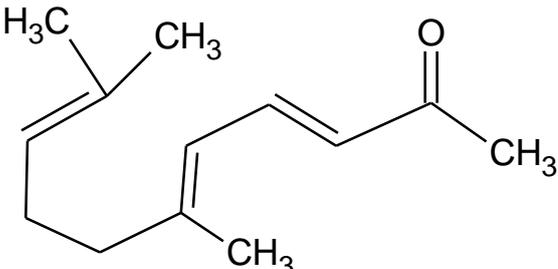
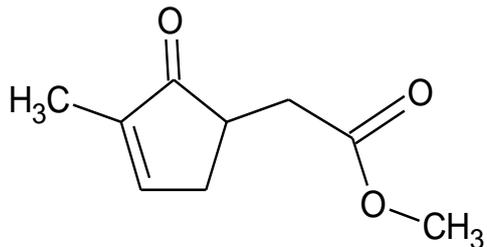


	
	
	
11	14

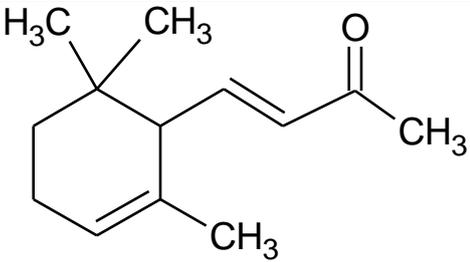
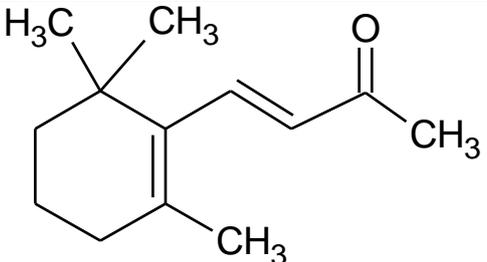
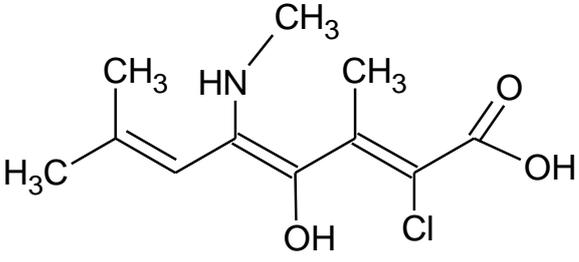
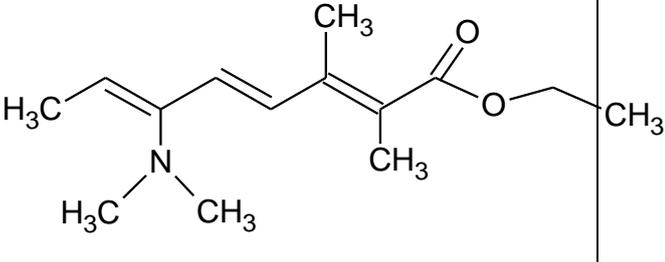
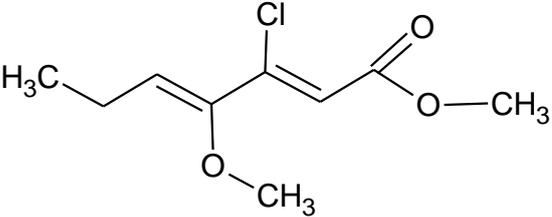
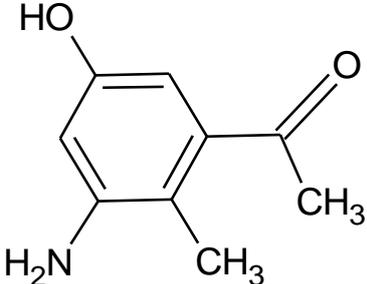
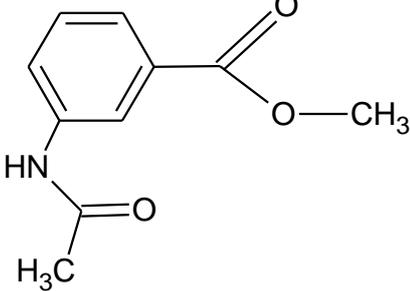
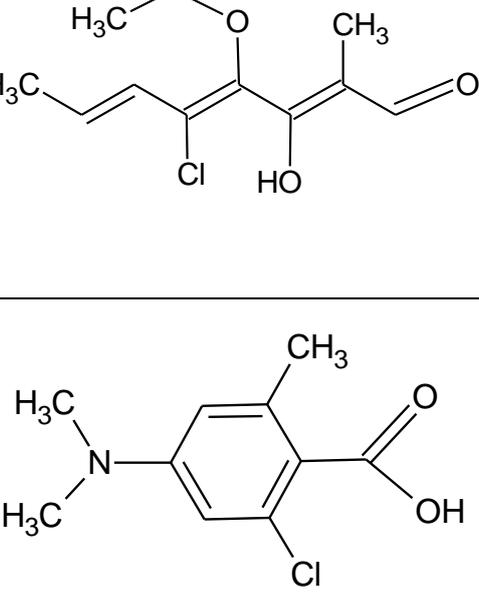


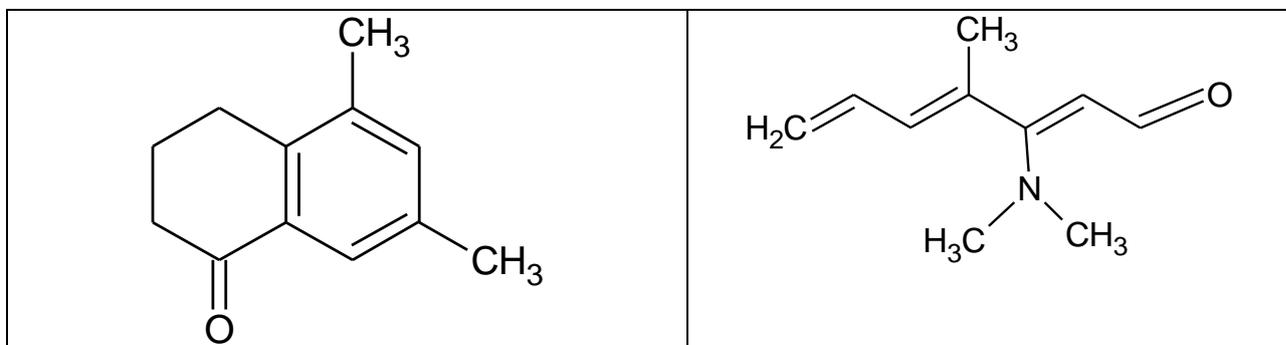
	
	
	12
	13
	15
	16
	17
	21





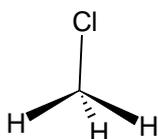
	
33	34
	
35	36
	
37	38
	
39	40
41	42



## Контрольная работа №2

### Вариант 1

- 1) Какими основными свойствами характеризуется электронное состояние молекулы? Пояснить физический смысл этих параметров.
- 2) Определить элементы симметрии и точечную группу молекулы  $\text{CH}_3\text{Cl}$ . Сколько нормальных колебаний имеет данная молекула?



### Вариант 2

- 1) Что такое «характеристическое время метода»? Оценить значение этого параметра для метода оптической спектроскопии поглощения, если частота поглощаемого молекулой кванта электромагнитного излучения составляет  $10^{15}$  Гц.
- 2) Определить число колебательных степеней свободы для молекул ацетилена, этилена, этана, ацетона и бензола.

### Вариант 3

- 1) Перечислить и охарактеризовать первичные фотофизические процессы в молекуле. В чем отличие явлений флуоресценции и фосфоресценции?
- 2) Определить элементы симметрии и точечную группу молекулы  $\text{H}_3\text{C}\text{—}\equiv\text{CN}$

Сколько нормальных колебаний имеет данная молекула?

### Вариант 4

- 1) Как влияет сопряжение кратных связей на электронный спектр поглощения молекулы? Привести примеры этого влияния.



2) Определить элементы симметрии и точечную группу молекулы этилена. Сколько нормальных колебаний имеет молекула?

#### Вариант 5

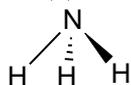
1) Как можно идентифицировать полосы  $\pi \rightarrow \pi^*$  и  $n \rightarrow \pi^*$  электронных переходов в спектрах поглощения молекул?

2) Определить элементы симметрии и точечную группу молекулы ацетилена. Сколько нормальных колебаний имеет эта молекула?

#### Вариант 6

1) Как влияет полярность растворителя на интенсивность и положение полос  $\pi \rightarrow \pi^*$  и  $n \rightarrow \pi^*$  переходов в электронном спектре поглощения молекулы?

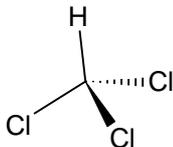
2) Определить элементы симметрии и точечную группу симметрии молекулы  $\text{NH}_3$ . Сколько колебательных степеней свободы характерно для этой молекулы?



#### Вариант 7

1) При каких условиях можно регистрировать спектры флуоресценции молекул. Объяснить.

2) Определить точечную группу молекулы  $\text{CHCl}_3$ . Сколько нормальных колебаний характерно для этой молекулы?



#### Вариант 8

1) По каким признакам можно идентифицировать в УФ-спектре полосу поглощения  $n \rightarrow \pi^*$  перехода? Почему смещается положение этой полосы при изменении полярности растворителя?

2) Какие типы колебаний характерны для нелинейной молекулы  $\text{SO}_2$ ? Какие из этих колебаний проявляются в ИК-спектре?

#### Вариант 9



1) Объяснить, что означают символы электронных состояний молекул:



Для каких молекул используются эти обозначения?

2) Какие типы нормальных колебаний характерны для линейной молекулы  $\text{CO}_2$ ? Какие из этих колебаний проявляются в ИК-спектре?

Вариант 10

1) Сформулировать и объяснить принцип Франк-Кондона для электронных переходов в молекулах.

2) Определить элементы симметрии и точечную группу молекулы  $\text{H}_3\text{C}-\text{N}\equiv\text{N}$

Сколько нормальных колебаний имеет эта молекула?

Вариант 11

1) В УФ-спектре поглощения газообразного вещества наблюдается тонкая структура полос. Какими факторами обусловлена эта структура и как она изменится, если регистрировать спектр этого вещества в конденсированном состоянии или растворе?

2) Какие естественные координаты можно ввести для молекул  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_3\text{Cl}$ ,  $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$ ?

Вариант 12

1) От каких параметров молекул зависит интенсивность колебательных переходов в ИК- и КР-спектрах?

2) Определить элементы симметрии и точечную группу симметрии молекулы  $\text{SO}_3$ . Сколько нормальных колебаний имеет данная молекула?

Вариант 13

1) Дать определение нормальным колебаниям и нормальным координатам молекулы.

2) Какие электронные переходы возможны в молекуле диэтилового эфира? Ответ поясните.

Вариант 14

1) Концепция групповых или характеристических колебаний молекулы. Для каких целей используется эта концепция?

2) Определить операции симметрии и точечную группу симметрии



молекулы формальдегида. Сколько нормальных колебаний имеет данная молекула?

#### Вариант 15

1) Показать на схеме колебательных уровней молекулы фундаментальные, обертоновые, составные и «горячие» колебательные переходы. Сравнить их по интенсивности.

2) Определить элементы симметрии и точечную группу симметрии молекулы  $\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{N}$  (ацетонитрил). Сколько нормальных колебаний имеет эта молекула?

#### Вариант 16

1) Как влияет сопряжение кратных связей на электронный спектр поглощения молекулы. Привести примеры, иллюстрирующие это влияние.

2) Определить элементы симметрии и точечную группу симметрии молекулы  $\text{CH}_4$ . Сколько нормальных колебаний имеет эта молекула?

#### Вариант 17

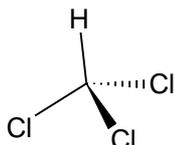
1) В каком из растворителей – четыреххлористом углероде или ацетонитриле – более вероятно появление тонкой структуры спектра флуоресценции вещества, хорошо растворимого в этих растворителях?

2) Определить элементы симметрии и точечную группу симметрии молекулы  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ . Сколько нормальных колебаний имеет эта молекула?

#### Вариант 18

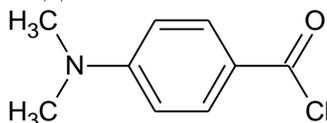
1) Что такое интеркомбинационная конверсия? Для какого из веществ:  $\alpha$ -бромнафталина или  $\alpha$ -нафтиламина этот процесс более вероятен?

2) Определить точечную группу молекулы  $\text{CHCl}_3$ . Сколько нормальных колебаний характерно для этой молекулы?



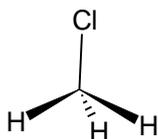
#### Вариант 19

1) Какие электронные переходы возможны в молекуле:





2) Определить элементы симметрии и точечную группу молекулы  $\text{CH}_3\text{Cl}$ . Сколько нормальных колебаний имеет данная молекула?



Вариант 20

1) Что такое естественные или внутренние координаты молекулы? Как определить их число в молекуле?

2) Определить операции симметрии и точечную группу симметрии молекулы формальдегида. Сколько нормальных колебаний имеет данная молекула?

### 3.2.2 Вопросы к экзамену

1. Общая характеристика физических методов исследования. Прямая и обратная задачи методов.

2. Характеристическое время физических методов и его роль при исследовании быстро протекающих процессов.

3. Перечислить основные виды внутреннего движения молекулы и качественно охарактеризовать соотношение их энергий.

4. Что такое электронное состояние молекулы и какими основными параметрами оно характеризуется.

5. Классификация электронных состояний двухатомных и многоатомных линейных молекул.

6. Классификация электронных переходов в сложных молекулах (по Малликену и Каша) на примере карбонильных соединений. Схема электронных переходов в карбонильной группе.

7. По каким признакам можно идентифицировать полосы поглощения, обусловленные  $\pi$ - $\pi^*$  и  $n$ - $\pi^*$  электронными переходами?

8. Перечислить основные правила отбора электронных переходов молекул. Какими факторами определяются интенсивности полос поглощения электронных спектров молекул?

9. Сформулировать правило отбора электронных переходов по спину. Какие факторы могут нарушать спиновый запрет?

10. Как влияет сопряжение хромофорных групп на их электронный спектр поглощения? Как отражается на интенсивности полос поглощения переходов  $\pi$ - $\pi^*$  изменение конформации системы сопряженных связей ( $S$ -



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Факультет Химический  
Кафедра аналитической и физической химии

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине «Физические методы исследования в химии»  
по направлению подготовки 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» направленности Химия материалов  
ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 19 из 22

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

цис и S-транс изомерия, плоская и неплоская конфигурации)?

11. Как отражается образование внутримолекулярных и межмолекулярных водородных связей на положение полос  $\pi$ - $\pi^*$  и  $n$ - $\pi^*$  переходов?

12. Как формулируется принцип Франка- Кондона для электронных переходов молекул?

13. Общая характеристика электронных переходов с переносом заряда.

14. Охарактеризовать основные элементы конструкции спектрофотометра для регистрации спектров поглощения в УФ и видимой областях спектра.

15. По диаграмме Яблонского перечислить и охарактеризовать основные фотофизические процессы, происходящие при поглощении молекулой кванта излучения.

16. При регистрации спектров поглощения или люминесценции в растворах часто наблюдается "размытие" и исчезновение тонкой структуры полос. В каком из растворителей ( $CCl_4$  или  $CH_3Cl$ ) это наиболее вероятно?

17. Что такое фосфоресценция и флуоресценция и каковы принципиальные различия между этими процессами?

18. Что такое интеркомбинационная конверсия и почему она возможна? Что такое энергетический и квантовый выход люминесценции?

19. Как можно объяснить правило зеркальной симметрии полос поглощения и люминесценции? Почему оно является приближенным?

20. Сформулируйте закон поглощения Ламберта-Бугера-Бера и объясните смысл параметров соответствующего уравнения.

21. Квантовомеханическое описание колебательных состояний молекул. Энергия колебательных уровней двухатомных и сложных молекул.

22. Схема классического решения прямой колебательной задачи.

23. Классификация колебательных уровней и переходов между ними в сложных молекулах на примере молекулы воды.

24. Что такое "основные" колебательные переходы, "обертонь", "составные" и "горячие" переходы в колебательных спектрах? Соотношение интенсивностей соответствующих полос поглощения.

25. Схема, объясняющая эффект комбинационного рассеяния. Какие факторы определяют вероятности переходов в ИК - спектрах поглощения и спектрах комбинационного рассеяния?

26. Дать определение нормальным колебаниям и нормальным колебательным координатам. Что такое естественные координаты и как они



связаны с нормальными координатами?

27. Степени свободы молекулы. Число степеней свободы для молекул ацетилена, ацетоны, бензола, этана. Какие естественные координаты можно ввести для молекул  $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $CH_3Cl$ ,  $CH_2=CH_2$ ?

28. Приближение гармонического осциллятора. Энергия гармонического осциллятора для двухатомных молекул. Как определяется частота нормальных колебаний в приближении гармонического осциллятора и от каких параметров она зависит?

29. Какие существуют элементы и операции симметрии? Что такое точечная группа симметрии? Типы симметрии нормальных колебаний.

30. Концепция групповых или характеристических колебаний. Для каких целей используется эта концепция?

31. Как пользоваться таблицами характеров представлений точечных групп? Пояснить на примере молекулы  $SO_2$ .

32. Блок-схема ИК - спектрофотометра. Основные способы получения и подготовки, образцов для регистрации ИК-спектров.

33. Вращательные переходы в микроволновой спектроскопии двухатомных и многоатомных линейных молекул. Правила отбора. Определение геометрических параметров молекул.

34. Вращательные переходы в микроволновой спектроскопии молекул типа симметричного волчка.

35. Вращательные переходы в микроволновой спектроскопии молекул типа асимметричного волчка.

36. Магнитные моменты атомных ядер. Энергия ядерных состояний во внешнем магнитном поле. Эффект Зеемана. Физический смысл явления ядерного магнитного резонанса.

37. Что такое спин-решеточная и спин-спиновая релаксация? Условия реализации ядерного магнитного резонанса.

38. Экранирование ядер электронами. Константы экранирования. Химический сдвиг сигналов ЯМР. Относительные химические сдвиги. Шкалы химических сдвигов.

39. Условия возникновения явления ЯМР. Схема ЯМР-спектрометра. Применение метода ЯМР в химии.

40. Спин-спиновое взаимодействие и мультиплетность сигнала в спектре ЯМР. Мультипликативные функции состояния системы двух эквивалентных спинов  $A_2$  ( $I=1/2$ ). Схема взаимодействия двух ядер  $X$  и  $Y$  ( $I=1/2$ ) и расщепление сигнала ЯМР в результате спин-спинового взаимодействия ядер.



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Факультет Химический  
Кафедра аналитической и физической химии

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине «Физические методы исследования в химии»  
по направлению подготовки 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» направленности Химия материалов  
ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 21 из 22

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

41. Спиновые состояния системы трех эквивалентных ядер  $A_3$  ( $I=1/2$ ). Энергия взаимодействия ядер и константы спин-спинового взаимодействия. Схема расщепления сигнала ЯМР при спин-спиновом взаимодействии протонов этильного радикала.

42. Как соотносятся интегральные интенсивности сигналов ЯМР для групп ядер одного и того же изотопа и интегральные интенсивности компонентов мультиплета? Правила определения числа линий в мультиплете.

43. Классификация и информативность констант спин-спинового взаимодействия. Уравнения Карплуса.

44. Условия возникновения электронного парамагнитного резонанса. Энергия взаимодействия магнитного момента электрона с внешним магнитным полем. Эффект Зеемана.

45. Что такое g-фактор Ланде и как он влияет на положение сигнала ЭПР?

46. Электрон - ядерное взаимодействие и сверхтонкая структура спектров ЭПР. Константа сверхтонкого взаимодействия.

47. Правила отбора для переходов между зеемановскими уровнями в системах с электрон- ядерным сверхтонким взаимодействием. Пояснить на схеме.

48. Основные элементы конструкции ЭПР-спектрометра. Применение ЭПР-спектроскопии в химии.

49. Условия получения спектров ядерного квадрупольного резонанса. Взаимодействие ядер, обладающих квадрупольным моментом, с электрическим полем.

50. Квадрупольные уровни энергии и частоты переходов для ядер со спином  $I=1$  в аксиальном симметричном и асимметричном электрических полях.

51. Схема ЯКР-спектрометра. Применение спектроскопии ЯКР в химии.

52. Физические принципы методов рентгеновской и фотоэлектронной спектроскопии. Оже--спектроскопия. Энергия связи электрона с ядром.

53. Параметры и структура рентгено - фотоэлектронных спектров. Химические сдвиги. Информативность методов.

54. Условия получения рентгеноэлектронных, фотоэлектронных и оже-спектров Примеры применения методов в химии.

55. Физические принципы методов масс- спектрометрии. Процессы ионизации атомов и молекул. Способы ионизации.



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Факультет Химический  
Кафедра аналитической и физической химии

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине «Физические методы исследования в химии»  
по направлению подготовки 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» направленности Химия материалов  
ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 22 из 22

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

56. Основные типы ионов в масс-спектрометрии.

57. Применение масс - спектрометрии в химии. Принципы конструкции масс - спектрометров.

58. Физические принципы получения спектров ядерного гамма - резонанса. Энергия отдачи ядер и энергия эффекта Доплера.

59. Влияние электрического квадрупольного и магнитного взаимодействий на спектры ядерного гамма - резонанса.

60. Условия, необходимые для реализации эффекта Мессбауэра. Схема устройства спектрометра ЯГР. Особенности эксперимента.

61. Применение ядерного гамма - резонанса в химии.

### **3.3 Порядок проведения экзамена и критерии оценивания**

Экзамен проводится письменно. Студент должен ответить на 2 теоретических вопроса, время подготовки - 60 мин.

Критерии оценивания определяются в соответствии с «Картами компетенций» ООП, предполагающими пятибалльную систему оценивания степени сформированности каждой компетенции в соответствии с уровнями ее формирования – «знать» (пороговый), «уметь» (базовый), «владеть» (продвинутый).