

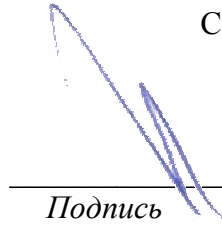
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный
университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Факультет естественных наук

СОГЛАСОВАНО

Декан ФЕН

Резников В. А.


Подпись

5 октября 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Кластерные соединения

направление подготовки 04.04.01 Химия
направленность (профиль): Химия

Форма обучения: очная

Разработчик:

д.х.н. Наумов Н.Г.

Зав. кафедрой

Чл.-к. РАН, д.х.н., проф. Федин В.П.

Руководитель программы:

чл.-корр. РАН, проф. Нетесов С.В.

Новосибирск, 2020

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося	5
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	5
5. Перечень учебной литературы	8
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся..	8
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	8
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	9
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	9
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.....	9

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

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
<p>М-ОПК-1. Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения</p>	<p>М-ОПК-1.1. Использует существующие и разрабатывает новые методы получения и характеристики веществ и материалов для решения задач в избранной области химии или смежных наук</p>	<p>- <i>умеет</i> искать информацию по синтезу и структурному анализу металлоорганических соединений в научных публикациях с использованием БД; - <i>умеет</i> анализировать, обобщать и систематизировать литературные данные</p>
	<p>М-ОПК-1.2. Использует современное оборудование, программное обеспечение и профессиональные базы данных для решения задач в избранной области химии или смежных наук</p>	<p>- <i>умеет</i> искать информацию по строению и свойствам кластерных соединений и материалов в научных публикациях и иных источниках с использованием БД, Интернета и других средств; - <i>умеет</i> читать и использовать структурную информацию, анализировать, обобщать и систематизировать литературные данные по структуре веществ; - <i>умеет</i> использовать структурные данные для предсказания и понимания свойств и создания новых материалов, квантово-химических, термодинамических и иных расчетов.</p>
<p>М-ОПК-2. Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и теоретических работ в избранной области химии или смежных наук</p>	<p>М-ОПК-2.1. Проводит критический анализ собственных экспериментальных («в стекле» и «in silico») данных, корректно интерпретирует их</p>	<p>- <i>знает</i> основные понятия кластерных соединений и полиядерных комплексов, структурные основы общей, неорганической, органической, координационной, физической химии, химии твёрдого тела и материаловедения; - <i>умеет</i> грамотно и аргументированно интерпретировать собственные результаты и литературные данные с привлечением знаний о строении и электронной структуре соединений; - <i>имеет</i> опыт подготовки публикаций с привлечением данных о строении и электронной структуре соединений.</p>
	<p>М-ОПК-2.2. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и теоретических</p>	<p>- <i>умеет</i> выделить из данных о строении необходимую информацию о результатах проведенных химических исследований и использовать ее для постановки целей и задач новых экспериментов; - <i>формулирует</i> необходимые заключе-</p>

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
	работ в избранной области химии или смежных наук	ния и выводы для написания курсовых работ, публикаций и докладов
М-ПК-5. Способен выбирать обоснованные подходы к анализу связи структура-свойство и к конструированию веществ и материалов с заданными химическими, физическими, физико-химическими свойствами и/или биологической активностью	М-ПК-5.2. Проводит анализ закономерностей «структура – свойство» в рядах известных аналогов, выявляет корреляции «структура – свойство»	- <i>знает</i> теорию химической связи, закономерности устойчивости кластерных комплексов в зависимости от природы металла и лиганда, взаимосвязь электронной конфигурации ионов металлов с кластерообразованием и структурой кластерных соединений, электронное строение основных кластерных комплексов переходных металлов - <i>имеет</i> представление о различных классах кластерных соединений, типах связывания металл-металл, включая кратные металл-металл связи, и закономерностях их образования, причинах устойчивости / неустойчивости кластерных комплексов - <i>умеет</i> ориентироваться в современной координационной и кластерной химии на уровне понимания основных проблем, решаемых этими разделами химической науки.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), изучение которых необходимо для освоения дисциплины *Кластерные соединения*:

- физика (электромагнитное излучение, кулоновское взаимодействие, дифракция),
- неорганическая химия (строение и свойства атомов, периодический закон, строение молекул, теория химической связи, стереохимия),
- физическая химия (природа химической связи в молекулах и кристаллах, химическая термодинамика, фазовые диаграммы),
- строение вещества (электронные конфигурации атомов и ионов, гибридизация, электронные переходы),
- координационная химия,
- строение неорганических веществ,
- Функциональные материалы.

Дисциплины и практики, для изучения которых необходимо освоение дисциплины *Кластерные соединения*:

- Функциональные материалы
- Теоретические и экспериментальные методы исследования в неорганической химии
- Производственная практика, научно-исследовательская работа
А также другие специальные курсы профилей «биоорганическая химия», «органическая химия», «неорганическая химия», «физическая химия», «кинетика и катализ».

3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Трудоемкость дисциплины – 5 з.е. (180 ч)

Форма промежуточной аттестации: 2 семестр – зачет

№	Вид деятельности	2 семестр
1	Лекции, ч	36
2	Практические занятия, ч	54
3	Занятия в контактной форме, ч из них	92
4	аудиторных занятий, ч	90
6	консультаций, час.	
7	промежуточная аттестация, ч	2
8	Самостоятельная работа, час.	88
9	Всего, ч	180

Реализация дисциплины включена в практическую подготовку в ИНХ СО РАН при проведении следующих видов занятий, часть из которых предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью:

- лекции;
- практические занятия.

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

2 семестр

Лекции (36 ч)

Наименование темы и их содержание	Объем, час
Раздел 1. Введение в кластерную химию	
Тема 1. История открытия связей металл-металл в низших галогенидах переходных металлов. Определения, понятия, классификация и терминология в кластерной химии.	2
Раздел 2. Биядерные металлокластерные комплексы	
Тема 2. <i>Биядерные комплексы переходных металлов с дискретными кластерами M₂</i> . Биядерные комплексы с четверными и тройными металл-металл связями. Особенности кристаллического и электронного строения таких комплексов и их химические свойства.	2
Раздел 3. Квазиодномерные соединения переходных металлов с бесконечными металлоцепочками.	
Тема 4. <i>Строение халькогенидов, халькогалогенидов и галогенидов переходных</i>	4

<i>металлов с линейными металлическими цепочками.</i> Типы координационного окружения металлических центров. Особенности электронных свойств (образование волн зарядовой плотности, пайерлсовская неустойчивость, сверхпроводящее состояние). Возможности регулирования свойств химическими и физическими методами. Классификация цепочечных соединений по их структурным, электронным и магнитным характеристикам.	
Тема 5. <i>Строение соединений переходных металлов с зигзагообразными металлоцепочками.</i> Образование кластерной структуры в зависимости от числа валентных электронов на металлических центрах. Классификация цепочечных структур.	2
Раздел 4. Соединения, содержащие металлоциклы	
Тема 6. <i>Соединения, содержащие металлоциклы.</i> Треугольные и квадратные металлокластеры. Кластерные соединения разного типа: строение и химические свойства гомо- и гетерометаллических кластеров, лигандная стабилизация треугольных кластеров, их превращения в кубановые гетерометаллические комплексы	4
Раздел 5. Полиэдрические металлокластерные комплексы	
Тема 7. <i>Полиэдрические металлокластерные комплексы.</i> Комплексы с тетраэдрическими кластерами. Синтез, строение и физико-химические свойства тетраэдрических кластеров разного типа. Молекулярные и полимерные структуры. Кубановые комплексы.	2
Тема 8. <i>Полиэдрические металлокластерные комплексы.</i> Комплексы с октаэдрическими кластерами. Октаэдрические кластеры как наиболее представительная группа кластерных соединений. Методы синтеза, строение, физико-химические свойства и различные превращения октаэдрических кластеров.	8
Раздел 6. Безлигандные кластеры. Крупные металлокластеры. Наночастицы.	
Тема 9.Кластерные полианионы и поликатионы пост-переходных элементов. Анионы Цинтля. Особенности образования, строение и свойства безлигандных кластеров.	2
Тема 10. <i>Магические кластеры.</i> Получение больших кластеров, их строение и стабильность. Наночастицы, их получение и свойства. Квантовые точки.	2
Раздел 7. Электронное строение кластерных комплексов.	
Тема 11.Особенности координации и электронных свойств лигандов в кластерных комплексах различного типа. «Магические» числа кластерных валентных электронов. Скелетные электроны. Правило эффективного атомного номера (правило Сиджвика). Взаимосвязь стабильности кластерных комплексов с их электронной структурой и особенностями координации лигандов. Электроноточные и электронодефицитные кластеры.	2
Тема 10. <i>Магические кластеры.</i> Получение больших кластеров, их строение и стабильность. Наночастицы, их получение и свойства. Квантовые точки.	2
Раздел 8. Химические и физические свойства металлокластерных соединений и Возможные области практического применения металлокластерных материалов.	
Тема 11.Особенности координации лигандов на нескольких металлических центрах в кластерных соединениях, мостиковые и внутренние лиганды. Реакционная способность кластерных соединений: реакции замещения лигандов; окислительно-восстановительные реакции без перестройки кластерного остова; перенос	2

электронов, сопровождающийся изменением кластерного остова; деградация и достройка кластерного остова; конденсация кластерных фрагментов.	
Тема 12. Физические свойства металлокластерных соединений (сверхпроводящие, люминесцентные, магнитные, рентгеноконтрастные).	2
Тема 13. Возможные области практического применения металлокластерных материалов. Использование кластерных материалов в некоторых областях химии и технологии, основываясь на их полезных функциональных свойствах – каталитических, сверхпроводящих, люминесцентных, рентгеноконтрастных)	2

Практические занятия (54 ч)

Содержание практического занятия	Объем, час
Семинар 1. Металл-металл связи. Наночастицы и кластеры. Классификация металлокластерных комплексов. Особенности координации лигандов в металлокластерных комплексах.	4
Семинар 2. Биядерные металлокластерные комплексы с d1-электронной конфигурацией атомов металла (синтез, строение, физико-химические свойства).	4
Семинар 3. Биядерные металлокластерные комплексы с кратными (2, 3, 4) металл-металл связями (синтез, строение).	4
Семинар 4. Биядерные металлокластерные комплексы с кратными (2, 3, 4) металл-металл связями (реакции замещения лигандов, редокс-реакции).	4
Семинар 5. Одномерная модель сверхпроводящей цепочки Литтла. Комплексы с переносом заряда. Металлоцепочечные халькогениды переходных металлов.	4
Семинар 6. Квазиодномерные соединения с бесконечными линейными металлоцепочками. Типы линейных металлоцепей. Пайерловские переходы. Образование волн зарядовой плотности.	4
Семинар 7. Квазиодномерные соединения с бесконечными линейными и зигзагообразными металлоцепочками. Классификация металлических цепочек.	4
Семинар 8. Соединения, содержащие металлоциклы. Треугольные халькогенидные кластерные комплексы (синтез, строение, физико-химические свойства).	5
Семинар 9. Тетраэдрические металлокластерные комплексы (синтез, строение, физико-химические свойства).	4
Семинар 10. Октаэдрические металлокластерные комплексы (синтез, строение, физико-химические свойства).	4
Семинар 11. Безлигандные кластеры (синтез, строение, физико-химические свойства).	4
Семинар 12. Электронное строение кластерных комплексов. Предсказание строения металлокластерного остова на основе числа кластерных валентных электронов. Люминесцентные свойства октаэдрических кластеров.	5
Семинар 13. Возможные области применения металлокластерных материалов (фазы Шевреля как высокополевые сверхпроводники, рентгеноконтрастные комплексы, люминесцентные материалы).	4

Самостоятельная работа студентов (88 ч)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Самостоятельная работа во время занятий, из них:	80
закрепление, обобщение и повторение пройденного учебного материала	20
уточнение и дополнение сведений и знаний, полученных на лекциях	20

выполнение домашнего задания	20
подготовка к прохождению текущего контроля успеваемости (контрольные работы)	12
изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях	8
Самостоятельная работа во время промежуточной аттестации, из них:	8
подготовка к зачету	8

5. Перечень учебной литературы

1. Шрайвер Д., Эткинс П. Неорганическая химия (2 т.). М.: Мир, 2004.
2. Коттон Ф., Уилкинсон Дж. Современная неорганическая химия. М.: Мир, 1969. Ч. 3: Химия переходных элементов.
3. Ф.А.Коттон, Р.Уолтон, «Кратные связи металл-металл», перев. с англ. под ред. Дхн Р.Н.Щелокова, М., Мир, 1985, 535с.
4. С.П.Губин «Химия кластеров. Основы классификации и строение», М., Наука, 1987, 263с.
5. В.Е.Федоров «Халькогениды переходных тугоплавких металлов. Квазиодномерные соединения», Н., Наука, Сибирское отделение, 1988, 222с.

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся

1. Известия СО АН СССР, серия хим.наук, выпуск 4, №9, 1982. (Спец. Выпуск)
2. Координационная химия, т.10, №5, 1984. (Спец. Выпуск)
3. Успехи химии, т.54, №4, 1985. (Спец. Выпуск)
4. Сверхпроводимость в тройных соединениях, т.1, Структурные, электронные и решеточные свойства, перев. с англ. под ред. Э.Фишера и М.Мейпла, М., Мир, 1985, 366с.
5. Early Transition Metal Clusters with σ -donor Ligands, Ed.M.H.Chisholm, VCH, 1995, 289p.
6. Metal Clusters in Chemistry, Eds. P.Braunstein, L.A.Oro, P.R.Raihby, V.1, V.2, V.3, Wiley, 1999.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

7.1 Ресурсы сети Интернет

Освоение дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.
- «Российская национальная платформа открытого образования» (<http://openedu.ru/>), Coursera (www.coursera.org), edX (www.edx.org).

Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и (или) асинхронное) осуществляется через личный кабинет студента в ЭИОС и электронную почту.

7.2 Современные профессиональные базы данных:

- Реферативно-поисковая база данных Reaxys(Elsevier)
- Реферативно-библиографическая база данных Scopus (Elsevier)
- Реферативно-библиографическая база данных Scifinder (ChemicalAbstractsService)
- Библиометрическаябазаданных Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.)

- База данных полнотекстовых научных журналов JSTOR.
- Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ)
- Электронные ресурсы российской научной библиотеки eLibrary.ru
- Электронные ресурсы издательства AmericanChemicalSociety (ACS)
- Электронные ресурсы издательства AnnualReviews
- Электронные ресурсы FreedomCollection издательства Elsevier
- Электронные ресурсы издательства The Royal Society of Chemistry (RSC)
- Электронные ресурсы издательства Wiley

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.1 Перечень программного обеспечения

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для прохождения практики не требуется.

8.2 Информационные справочные системы

Не используются

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

Для реализации дисциплины *Кластерные соединения* используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации;
2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся;
3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень результатов обучения по дисциплине *Кластерные соединения* и индикаторов их достижения представлен в разделе 1.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

При прохождении курса «Кластерные соединения» студенты работают по системе

ИКИ (индивидуальный кумулятивный индекс), которая составлена таким образом, что текущий контроль охватывает все разделы курса. Эта система предусматривает прохождение контрольных точек – тестов и проверочных работ. Суммарное количество баллов выставляется в конце семестра. Итоговая аттестация не предусматривает обязательного зачета – итоговый зачет за курс в целом можно получить «автоматом», набрав соответствующее количество баллов в семестре. Студент, не набравший достаточного количества баллов для получения «оценки-автомата» сдает в устной форме. Зачет проводится во время зачетной сессии.

Правила ИКИ

Расписание прохождения контрольных точек на текущий учебный семестр размещается на сайте кафедры по адресу: <http://icchair.niic.nsc.ru/>

В семестре до экзамена можно набрать максимум 1000 баллов.

Контрольные точки:

- Тест 1: Тема 1 – Тема 6. Балл (max.) 250;
- Тест 2: Тема 7 – Тема 12. Балл (max.) 250.
- Доклад по выбранной теме на семинаре.

Все контрольные точки являются обязательными. Тесты пишутся в назначенные по расписанию дни. Студент, не прошедший какую-либо контрольную точку в назначенный срок, получает за нее 0 баллов. Если студент пропустил тест по уважительной причине и имеет документ, подтверждающий это, он имеет право ее пересдать, для чего он должен не откладывая договориться с преподавателем о времени пересдачи. Допускается только однократное прохождение контрольной точки, пересдача на более высокий балл не разрешается. Об апелляции после контрольных работ: правильное решение тестов сообщается студентам на ближайшем семинаре после прохождения контрольной точки. В случае выявления некорректности оценки работы студента, проблема решается в устной беседе с преподавателем на том же семинаре. Позже апелляция не принимается.

Зачет.

Студенты имеют возможность получить итоговый зачет за семестр, не сдавая экзамен. Для получения зачета – «автомата» студент должен набрать до начала сессии: 800 баллов и более (80%). Студенты, не имеющие оценки – «автомата», должны сдавать зачет, оценка на котором выставляется независимо от суммы баллов, набранных в семестре. Зачет проводится в устной форме. Студенты, получившие «неуд» на зачете, имеют право на пересдачу зачета. Все пересдачи проводятся в форме письменной контрольной работы, по итогам которой для получения зачета студент должен набрать не менее 55% баллов.

Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине Кластерные соединения

Таблица 10.1

Код компетенции	Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
-----------------	-----------	----------------------------------	--------------------

Код компетенции	Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
М-ОПК-1.	М-ОПК-1.1. Использует существующие и разрабатывает новые методы получения и характеристики веществ и материалов для решения задач в избранной области химии или смежных наук	- <i>умеет</i> искать информацию по синтезу и структурному анализу кластерных соединений в научных публикациях с использованием БД; - <i>умеет</i> анализировать, обобщать и систематизировать литературные данные	Домашние работы, опросы на семинарах, тест, зачет
	М-ОПК-1.2. Использует современное оборудование, программное обеспечение и профессиональные базы данных для решения задач в избранной области химии или смежных наук	- <i>умеет</i> искать информацию по строению и свойствам кластерных соединений и материалов в научных публикациях и иных источниках с использованием БД, Интернета и других средств; - <i>умеет</i> читать и использовать структурную информацию, анализировать, обобщать и систематизировать литературные данные по структуре веществ; - <i>умеет</i> использовать структурные данные для предсказания и понимания свойств и создания новых материалов, квантово-химических, термодинамических и иных расчетов.	Домашние работы, опросы на семинарах, тест, зачет
М-ОПК-2.	М-ОПК-2.1. Проводит критический анализ собственных экспериментальных («в стекле») и «in silico») данных, корректно интерпретирует их	- <i>знает</i> основные понятия кластерных соединений и полиядерных комплексов, структурные основы обшей, неорганической, органической, координационной, физической химии, химии твёрдого тела и материаловедения; - <i>умеет</i> грамотно и аргументированно интерпретировать собственные результаты и литературные данные с привлечением знаний о строении и электронной структуре соединений; - <i>имеет</i> опыт подготовки публикаций с привлечением данных о строении и электронной	Домашние работы, опросы на семинарах, тест, зачет

Код компетенции	Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
		структуры соединений.	
	М-ОПК-2.2. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	- <i>умеет</i> выделить из данных о строении необходимую информацию о результатах проведенных химических исследований и использовать ее для постановки целей и задач новых экспериментов; - <i>формулирует</i> необходимые заключения и выводы для написания курсовых работ, публикаций и докладов	Домашние работы, опросы на семинарах, тест, зачет
М-ПК-5.	М-ПК-5.2. Проводит анализ закономерностей «структура – свойство» в рядах известных аналогов, выявляет корреляции «структура – свойство»	- <i>знает</i> теорию химической связи, закономерности устойчивости кластерных комплексов в зависимости от природы металла и лиганда, взаимосвязь электронной конфигурации ионов металлов с кластерообразованием и структурой кластерных соединений, электронное строение основных кластерных комплексов переходных металлов - <i>имеет</i> представление о различных классах кластерных соединений, типах связывания металл-металл, включая кратные металл-металл связи, и закономерностях их образования, причинах устойчивости / неустойчивости кластерных комплексов - <i>умеет</i> ориентироваться в современной координационной и кластерной химии на уровне понимания основных проблем, решаемых этими разделами химической науки.	Домашние работы, опросы на семинарах, тест, зачет

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Шкала оценивания
<p>Тест(теоретические вопросы) – наличие полных ответов на 80% вопросов и более (сумма баллов □ 200)</p>	<i>Зачет</i>
<p>Зачет: <i>Теоретические вопросы:</i> – наличие полных ответов на 80% вопросов и более (сумма баллов □ 400) <i>Практическое задание:</i> – предложенные схемы синтеза корректны и рациональны, все предлагаемые стадии превращений являются выполнимыми, целевые продукты в них являются единственными или основными, условия проведения практически всех стадий указаны корректно, знание всех механизмов используемых превращений, сумма баллов □ 400 (80%). Или в семестре по системе ИКИ набрано не менее 80% баллов.</p>	
<p>Тест(теоретические вопросы) – отсутствие ответов на большую часть вопросов, или они некорректны, – наличие ответов, противоречащих здравому смыслу и общехимическому знанию, – грубые ошибки в применении терминов и понятий. Сумма баллов < 55 (55%)</p>	<i>Незачет</i>
<p>Зачет: <i>Теоретические вопросы:</i> – отсутствие ответов на большую часть вопросов, или они некорректны, – наличие ответов, противоречащих здравому смыслу и общехимическому знанию, – грубые ошибки в применении терминов и понятий. Сумма баллов < 275 (55%)</p>	

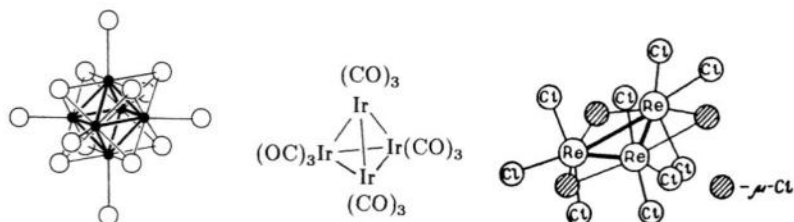
Типовые примеры тестовых заданий и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Пример тестового задания:¹

1. Что такое «кластер»? Дайте краткое определение.
2. Каково расстояние в кластерах, соответствующее одинарной связи металл-металл? Приведите примеры для разных металлов.
3. Что такое число КВЭ КСЭ? Приведите примеры кластера и рассчитайте эти числа.
4. Для кластеров рассчитайте: число КВЭ, КСЭ и кратность связи металл-металл

¹Примеры контрольных работ по всем темам размещены на учебно-методическом сайте кафедры органической химии по адресу: <http://icchair.niic.nsc.ru/>

$V_5(m_3-S)_6Cp_5$



$[Mo_6Br_{14}]^{2-}$

$Ir_4(CO)_{12}$

$[Re_3Cl_{12}]^{3-}$

5. Что такое изоlobalность? Приведите примеры изоlobalных фрагментов.
6. Какие кластеры относятся к малым, средним, большим? Приведите по одному примеру.
7. Кластеры M_n с «магическим» числом атомов металла. Чему равны магические числа?
8. Изобразите схематически дельтаэдрические closo-кластеры.
9. Типы лигандов.
10. Приведите пример фаз Цинтля.
11. Предположите строение K_4Ge_4 , основываясь на концепции Клемма.
12. Поликатионы как примеры кластеров. «Магические числа».
13. Привести примеры биядерных комплексов с кратностью связи металл-металл от одного до четырех.
14. Нотация Шефера для полимерных кластеров на примере Mo_6Cl_{12} .

Оценочные материалы по промежуточной аттестации (приложение 2), предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины
«Кластерные соединения»**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Ученого совета ФЕН	Подпись ответственного