

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Белгородский Валерий Савельевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 10.11.2023 17:47:06
Уникальный программный ключ:
8df276ee93e17c18e7bee9e7cad2d0ed9ab82479

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)»

Институт Аспирантура
Кафедра Органической химии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Химия хелатообразующих органических соединений

Уровень образования	аспирантура
Научная специальность	1.4.3 Органическая химия
Направленность	Органическая химия
Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения	4 года
Форма обучения	очная

Рабочая программа учебной дисциплины «Химия хелатообразующих органических соединений» основной профессиональной образовательной программы высшего образования, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол №7 от 20.02.2023 г.

Разработчик рабочей программы «Химия хелатообразующих органических соединений»

д-р. хим. наук, профессор О.В. Ковальчукова
канд. хим. наук, доцент Д.Н. Кузнецов

Заведующий кафедрой: канд. хим. наук, доцент Д.Н. Кузнецов

1. Цели освоения учебной дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины Химия хелатообразующих органических соединений обучающийся должен:

- описать теоретические основы образования металлокомплексных органических соединений и формулировать принципы анализа структуры органических соединений способных к хелатообразованию.

- разработать общие подходы к решению вопроса о планировании и выборе наиболее целесообразного пути синтеза хелатообразующих и металлокомплексных органических соединений, показать основные современные подходы к изучению строения и свойств хелатообразующих и металлокомплексных органических соединений

- перечислить основные современные физико-химические методы анализа хелатообразующих и металлокомплексных органических соединений.

- описать методы квантово-химического моделирования ионных и таутомерных превращений хелатообразующих органических соединений, а также их металлохелатных циклов с использованием современного пакета прикладных программ.

- прогнозировать возможные области применения металлохелатных органических соединений.

2. Место учебной дисциплины (модуля) в структуре программы аспирантуры

Дисциплина Химия хелатообразующих органических соединений включена в часть 2.1 Дисциплины (модули) Образовательного компонента, семестр 4.

Дисциплина базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при освоении предыдущих дисциплин: Методы синтеза красителей с заданными свойствами; Химия гетероциклических соединений; Современные источники химической информации и основные методы ее извлечения; Основы супрамолекулярной химии.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Таблица 1

Результаты обучения	Критерии результатов обучения	Технологии формирования
способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Знать: современные научные достижения и тенденции развития в области хелатообразующих и металлокомплексных органических соединений; новые подходы к выделению, синтезу и очистке соединений; методы установления структуры соединений; методы исследования комплексообразующей способности хелатообразующих соединений; методологию комплексных научных исследований в своей предметной области, включая исследования междисциплинарного характера. Уметь: проектировать комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения. Владеть: осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения.	лекции (Л), практические занятия (ПЗ) самостоятельная работа (СР)
способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с	Знать: современные экспериментальные и теоретические методы исследования в области хелатообразующих и металлокомплексных органических соединений; способы, методы и технологии научных исследований. Уметь: сформулировать задачи научного	практические занятия (ПЗ)

использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	исследования в области направленного синтеза хелатообразующих и металлокомплексных органических соединений с полезными свойствами или новыми структурами и выбрать необходимые методы их решения. Владеть: способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в предметной области; информационно-коммуникационными технологиями при решении поставленных задач.	самостоятельная работа (СР)
готовность организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук	Знать: предметную область и методы исследования в области собственных научных исследований. Уметь: организовать работу малого исследовательского коллектива в предметной области; предупреждать и конструктивно разрешать межличностные конфликты в профессиональной деятельности; Владеть: способностью организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук.	самостоятельная работа (СР)
готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования	Знать: современные образовательные технологии и технологии обучения органической химии; сущность, методологическую основу, структуру и основные принципы построения технологии, требования, предъявляемые к технологиям обучения; Уметь: анализировать методические модели, методики, технологии и приемы обучения, тенденции и направления развития образования в мире и анализировать результаты их использования в образовательных заведениях различных типов; разрабатывать учебно-методическое обеспечение для дисциплины органическая химия; проектировать учебные занятия по органической химии. Владеть: навыками формирования в педагогических коллективах позитивного психологического климата и этическими нормами в профессиональной деятельности; культурой мышления, способностью к восприятию, анализу, обобщению информации в области традиционных и нетрадиционных педагогических технологий.	самостоятельная работа (СР)

<p>способность самостоятельно планировать многоступенчатый синтез сложных по структуре органических соединений с использованием эффективных прекурсоров и билдинг-блоков;</p>	<p>Знать: описать теоретических основы образования металлокомплексных органических соединений и формулировать принципы анализа структуры органических соединений способных к хелатообразованию; объяснить общие подходы к решению вопроса о планировании и выборе наиболее целесообразного пути синтеза хелатообразующих и металлокомплексных органических соединений.</p> <p>Уметь: способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений в области хелатообразующих и металлокомплексных органических соединений; сформулировать научную проблему в изучаемой области и предложить подходы к ее решению.</p> <p>Владеть: методологией получения, анализа и применения хелатообразующих и металлохелатных органических соединений в науке и технике.</p>	<p>лекции (Л), практические занятия (ПЗ) самостоятельная работа (СР)</p>
<p>умение грамотно выбирать и практически использовать современные приемы тонкого органического синтеза, химической технологии, экспериментального оборудования для достижения поставленной цели;</p>	<p>Знать: современные методы исследования в предметной области: синтетические методы в химии хелатообразующих и металлокомплексных органических соединений;</p> <p>Уметь: выбрать необходимые методы исследования и обосновать их применимость для решения поставленной задачи в области органической химии</p> <p>Владеть: общими подходами к решению задач, воспроизводящие ситуации, встречающиеся в практике многостадийного синтеза конкретных органических соединений</p>	<p>лекции (Л), практические занятия (ПЗ) самостоятельная работа (СР)</p>
<p>умение комплексно использовать данные физико-химических исследований органических соединений и квантово-химических расчетов для выявления закономерностей типа «структура-свойства» и последующего моделирования структур с практически важными свойствами.</p>	<p>Знать: основы применения физико-химических методов исследования для определения структуры хелатообразующих и металлокомплексных органических соединений; методы квантово-химического моделирования ионных и таутомерных превращений хелатообразующих органических соединений, а также их металлохелатных циклов с использованием современного пакета прикладных программ.</p> <p>Уметь: применять на практике современные физико-химические методы исследования; оценить применимость различных методов спектрального анализа для решения поставленной задачи.</p> <p>Владеть: общими теоретическими и практическими навыками расшифровки масс-, УФ-, ИК и ЯМР-спектров; интерпретировать спектральные данные для установления строения органического соединения; подготовить представление результатов спектроскопических исследований для публикации материала в научных журналах.</p>	<p>лекции (Л), практические занятия (ПЗ) самостоятельная работа (СР)</p>

4. Объем и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Таблица 2

Показатель объема дисциплины	Трудоемкость
Объем дисциплины в зачетных единицах	3
Объем дисциплины в часах	108
Лекции (ч)	44
Практические занятия (семинары) (ч)	44
Самостоятельная работа (ч)	20
Форма контроля (зач./экз.)	Экзамен

4.2 Содержание разделов учебной дисциплины

Таблица 3

Наименование раздела учебной дисциплины	Лекции		Наименование практических (семинарских) занятий		Оценочные средства
	№ и тема лекции	Трудоемкость, час	№ и тема практического занятия	Трудоемкость, час	
1	2	3	4	5	6
Общая характеристика полифункциональных хелатообразующих соединений.	Лекция 1. Гидроксильная группа. Электронная природа и полярность связей С-О и О-Н. Многоатомные спирты. Тиоспирты как сернистые аналоги спиртов. Электронное строение карбонильной и карбоксильной групп, распределение электронной плотности и дипольный момент. α- и β-дикарбонильные соединения.	2	Химические свойства кислород- и серосодержащих электронодонорных функциональных групп	2	Индивидуальное домашнее задание
	Лекция 2. Электронное строение аминогруппы. Основные свойства аминов. Сравнение основности первичных, вторичных и третичных аминов. Диамины. Взаимное расположение неподеленных электронных пар атомов азота в ди- и полиаминах.	2	Химические свойства азотсодержащих электронодонорных функциональных групп	2	
	Лекция 3. Изменение свойств функциональных групп при их сопряжении с ароматическими системами. Электронодонорные свойства гетероатомов в гетероциклических соединениях.	2	Электронодонорные свойства гетероатомов в гетероциклических соединениях.	2	
	Лекция 4. Характеристическое поглощение важнейших структурных фрагментов и функциональных групп органических соединений: С-С, С=C, С=C, C _{аром} -C _{аром} , C _{sp3} -H, C _{sp2} -H, C _{sp} -H, С-О, С-N,. Структурные области ИК спектра. Принципы отнесения полос поглощения.	2	Определение характеристичных полос поглощения функциональных групп в экспериментальных ИК спектрах	2	
	Лекция 5. Характеристическое поглощение важнейших структурных фрагментов и функциональных групп органических соединений: О-Н, N-H, S-H, С=О, СНО, СООН, СООR, СОHal, NO ₂ , С=N	2		2	
	Лекция 6. Последовательность проведения структурного анализа хелатообразующих органических соединений. Типы электронных переходов функциональных групп и их положение в электронных спектрах.	2	Определение типа и положения электронных переходов функциональных групп в электронных спектрах поглощения. Влияние эффектов сопряжения.	2	
	Лекция 7. Кислотно-основные свойства органических соединений с функциональными группами. Кето-енольная таутомерия карбонильных соединений. Прототропный механизм кето-енольной таутомерии. Факторы, обуславливающие стабилизацию енольной формы.	2	Изучение таутомерных превращений полифункциональных органических соединений по изменению ИК спектров поглощения.	2	
	Лекция 8. Соотношение таутомерных форм в зависимости от природы растворителя.	2	Определение констант кислотности (основности) органического соединения по изменению электронных спектров поглощения.	2	

1	2	3	4	5	6
Теоретические исследования процессов хелатообразования	Лекция 9. Понятие комплексного соединения. Основные положения: внутренняя и внешняя сферы, центральный атом, лиганд, донорные атомы лигандов, дентатность лигандов. Классификация лигандов в зависимости от электронной структуры. Степень окисления центрального атома, координационное число (аналитическое и кристаллографическое). Принцип ЖМКО, обзор типичных комплексов элементов периодической системы	2	Решение ситуационных задач.	2	Индивидуальное домашнее задание
	Лекция 10. Кислород-, серо- и азотосодержащие хелатообразующие органические соединения. Методы синтеза металлокомплексных соединений на их основе.	2	Решение ситуационных задач.	2	
	Лекция 11. Типы равновесий в растворах комплексов. Ступенчатое образование комплексов, константы устойчивости и нестойкости (частные и общие). Константы в случае полиядерных и смешанных комплексов. Влияние растворителя и ионной силы на комплексообразование.	2	Решение ситуационных задач.	2	
	Лекция 12. Методы исследования комплексообразования и комплексных соединений. Спектральные методы (электронная спектроскопия, ИК-спектроскопия, спектроскопия магнитного резонанса).	2	Решение ситуационных задач.	2	
	Лекция 13. Изменение спектральных характеристик органических молекул при хелатообразовании.	2	Решение ситуационных задач.	2	
	Лекция 14. Функции, характеризующие комплексообразование, их смысл, связь с константами и концентрациями компонентов.	2	Решение ситуационных задач.	2	
	Лекция 15. Методы определения констант устойчивости по функциям, характеризующим комплексообразование.	2	Решение ситуационных задач.	2	
	Лекция 16. Определение состава комплексного соединения по изменениям в электронных спектрах поглощения.	2	Решение ситуационных задач.	2	
	Лекция 17. Изучение корреляции, связывающие устойчивость металлокомплексов с физическими и физико-химическими характеристиками ионов-комплексообразователей и органических лигандов.	2	Решение ситуационных задач.	2	
	Лекция 18. Рентгеноструктурные исследования монокристаллов лигандов и комплексных соединений на их основе	2	Решение ситуационных задач.	2	
	Лекция 19. Квантово-химическое моделирование электронной структуры лигандов, их ионных форм и некоторых комплексов с катионами металлов методами Паризера-Парра-Попла (ППП), AM1 и PM3,	2	Решение ситуационных задач.	2	
	Лекция 20. Приближения теории функционала плотности с использованием гибридного трехпараметрического обменного функционала Беке с корреляционным функционалом Ли-Янга-Парра (B3LYP) и базисного набора def2-SV(P).	2	Решение ситуационных задач.	2	
	Лекция 21. Оптимизация геометрии металлохелатного цикла. Подход естественных связывающих орбиталей (NBO).	2	Решение ситуационных задач.	2	
Лекция 22. Программный комплекс Firefly 7.1.G на суперкомпьютере НИВЦ МГУ «Чебышев».	2	Решение ситуационных задач.	2		
ВСЕГО часов в семестре		44		44	Экзамен

5. Самостоятельная работа обучающихся

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Содержание самостоятельной работы	Трудоемкость в часах
1	Общая характеристика полифункциональных хелатообразующих соединений.	Работа с литературой. Индивидуальное домашнее задание.	4
2	Теоретические исследования процессов хелатообразования	Работа с литературой. Индивидуальное домашнее задание.	6
3	Все разделы	Подготовка к экзамену	10
ВСЕГО часов в семестре:			20

6. Образовательные технологии

При освоении дисциплины Химия хелатообразующих органических соединений используются следующие образовательные технологии:

- лекции
- практические занятия
- самостоятельная работа
- защита индивидуального домашнего задания

7. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

7.1 Примерная тематика курсовых проектов (работ) – не предусмотрены.

7.2 Примеры используемых оценочных средств для текущего контроля

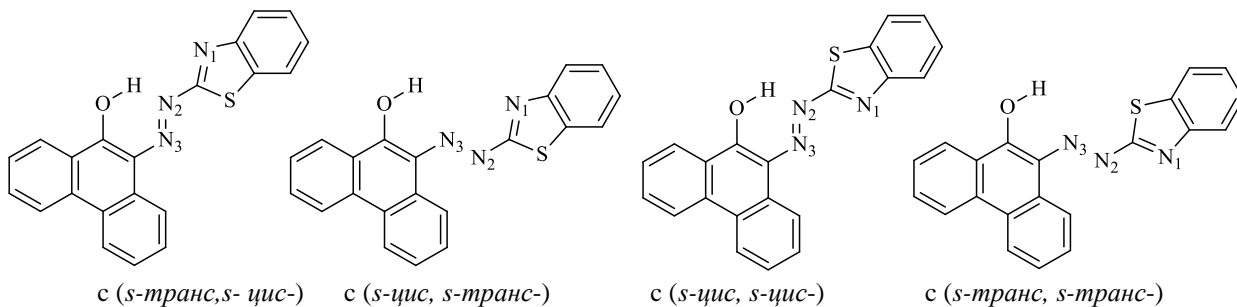
Индивидуальное домашнее задание по теме «Общая характеристика полифункциональных хелатообразующих соединений»

1. Спирты, тиоспирты, фенолы. Электронное строение функциональной группы. Электронная природа и полярность связей С-О, С-S, О-Н, S-H. Распределение электронной плотности и дипольный момент. Кислотно-основные свойства. Характеристическое поглощение в ИК спектрах.
2. Карбонильная группа. Электронное строение. Распределение электронной плотности и дипольный момент. Кето-енольная таутомерия. Прототропный механизм кетоенольной таутомерии. Факторы, обуславливающие стабилизацию енольной формы. Соотношение таутомерных форм в зависимости от природы растворителя. Характеристическое поглощение в ИК спектрах.
3. Карбоксильная группа. Электронное строение функциональной группы. Распределение электронной плотности и дипольный момент. Кислотно-основные свойства. Характеристическое поглощение в ИК спектрах.
4. Электронное строение аминогруппы. Основные свойства аминов. Сравнение основности первичных, вторичных и третичных аминов. Диамины. Взаимное расположение неподеленных электронных пар атомов азота в ди- и полиаминах. Характеристическое поглощение в ИК спектрах.
5. Строение диазо- и азосоединений. Хромофорные и ауксохромные группы. Изменение свойств функциональных групп при их сопряжении с ароматическими системами. Электронодонорные свойства гетероатомов в гетероциклических соединениях. Характеристическое поглощение в ИК спектрах.
6. Металлохелаты, внутренние координационные соединения, комплексоны металлов, соединения с макроциклическими лигандами. Изменение спектральных характеристик органических молекул при хелатообразовании.
7. Классификация лигандов. Дентатность лигандов. Способность лигандов к σ - и π -донорному и π -акцепторному взаимодействию.

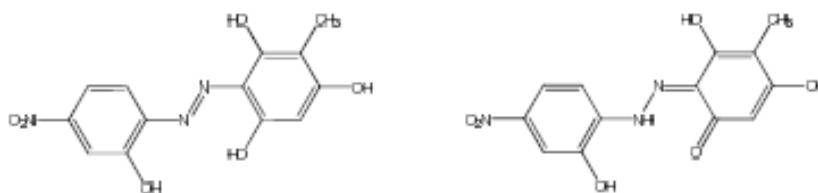
Индивидуальное домашнее задание по теме «Теоретические исследования процессов хелатообразования»

1. Оцените относительную стабильность каждой из возможных форм молекулы HL_1 с помощью квантово-химических расчетов их моделей методом

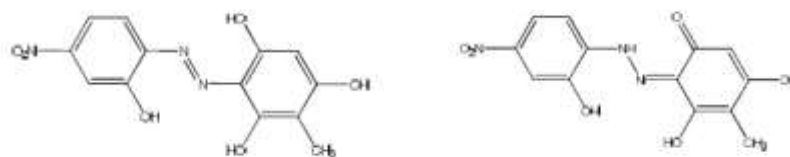
ППП.



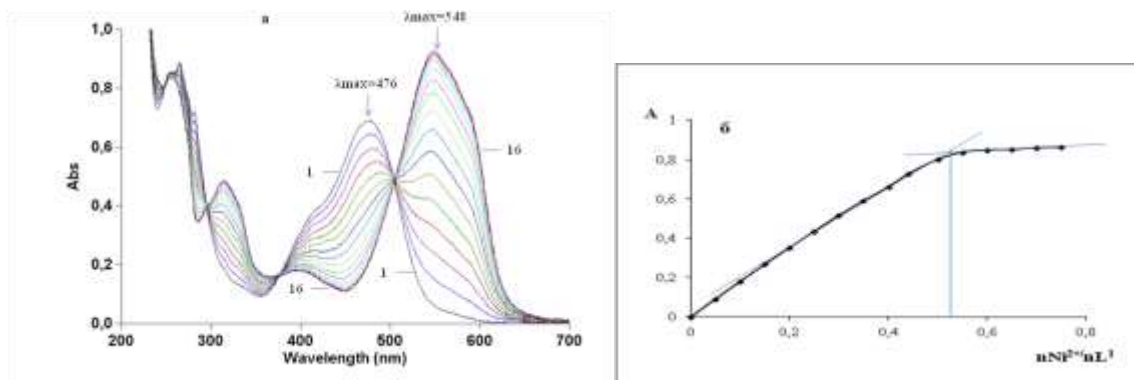
2. Оцените относительную стабильность каждой из возможных форм молекулы HL₁ с помощью квантово-химических расчетов их моделей методом ППП.



3. Оцените относительную стабильность каждой из возможных форм молекулы HL₁ с помощью квантово-химических расчетов их моделей методом ППП.



4. Определите состав комплекса на основании электронных спектров поглощения и кривая насыщения, полученные по результатам титрования раствора HL₁ ($c = 3.2 \cdot 10^{-5}$ моль/л, линия 1) раствором NiAc₂ ($c = 2.0 \cdot 10^{-3}$ моль/л, линии 2-16).



Полный комплект оценочных средств приведен в приложении к рабочей программе.

7.3 Примеры используемых оценочных средств для промежуточной аттестации

БИЛЕТ № 1

1. Электронное строение аминогруппы. Характеристическое поглощение в ИК спектрах.
2. Классификация и дентатность лигандов.
- 3.

БИЛЕТ №2

1. Электронное строение функциональной группы. Электронная природа и полярность связей С-О, С-S, О-Н, S-H. Характеристическое поглощение в ИК спектрах.
2. Изменение спектральных характеристик органических молекул при хелатообразовании.

БИЛЕТ №3

1. Характеристическое поглощение важнейших структурных фрагментов и функциональных групп органических соединений.
2. Методы исследования комплексообразования и комплексных соединений.

Полный комплект оценочных средств приведен в приложении к рабочей программе.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины (модуля)

8.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 5

№ п/п	Автор(ы)	Наименование издания	Вид издания (учебник, учебное пособие, ...)	Издательство	Год издания	Кол-во экз.	Электронный ресурс
Основная литература							
1	М. И. Гельфман, Черкасова Т.Г.	Химия координационных соединений	Учебник	ГУ КузГТУ	2005	1	-
2	Киселев, Ю. М.	Химия координационных соединений	Учебник	Юрайт	2022		https://urait.ru/bcode/496716
3	Н. А. Костромина, В. Н. Кумок, Н. А. Скорик	Химия координационных соединений	Учебник	Высшая школа	1990	10	-
4	В. Ю. Кукушкин, Ю. Н. Кукушкин	Теория и практика синтеза координационных соединений	Учебник	Наука	1990	2	-
5	Берсукер И. В.	Электронное строение и свойства координальных соединений	Учебник	Химия	1986	2	-
Дополнительная литература							

1	Луков В.В., Щербаков И.Н.	Физические методы исследования в химии	Учебное пособие	Рн/Д: Южный федеральн ый университ ет,	2016	-	http://znanium.com/catalog/product/991794
2	Пашкова Е.В.	Спектральные методы анализа	Учебное пособие	М.:СтГАУ - "Агрус",	2017	-	http://znanium.com/catalog/product/976630
3	Гутман В.	Химия координационных соединений в неводных растворах	Учебник	Мир	1971	2	-
4	Логвиненко В. А.	Термический анализ координационных соединений и клатратов	Учебник	Наука	1982	2	-
5	Маров И. Н., Костромина Н. А.	ЭПР и ЯМР в химии координационных соединений	Учебник	М. : Наука	1979	2	-

8.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, электронных образовательных ресурсов локальных сетей РГУ им. А.Н. Косыгина, необходимых для освоения дисциплины

1. Библиотека РГУ им. А.Н. Косыгина <http://biblio.mgudt.ru/jirbis2/>.
2. Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ИНФРА-М» «Znanium.com» <http://znanium.com/>.
3. Реферативная база данных «Web of Science» <http://webofknowledge.com/>.
4. Реферативная база данных «Scopus» <http://www.scopus.com/>.
5. Патентная база данных компании «QUESTEL – ORBIT» <https://www37.orbit.com/#PatentEasySearchPage>.
6. Электронные ресурсы издательства «SPRINGER NATURE» <http://www.springernature.com/gp/librarians>.
7. ООО «ИВИС» <http://dlib.eastview.com/>.
8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU» <http://www.elibrary.ru/>.
9. Национальная электронная библиотека («НЭБ») <http://нэб.рф/>.
10. База данных Organic Syntheses: <http://www.orgsyn.org>
11. База данных ChemSynthesis: <http://www.chemsynthesis.com>
12. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://patft.uspto.gov>
13. European Patent office <https://worldwide.espacenet.com>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины при обучении с использованием традиционных технологий обучения.

Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.	Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.
117997, г. Москва, ул. Садовническая, д. 33, стр. 1	
Аудитория №757 – учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и	Комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации аудитории: проектор, экран для

Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.	Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.
индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	проектора, меловая доска.
Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся
119071, г. Москва, ул. Малая Калужская, д.1, стр.3	
читальный зал библиотеки	– компьютерная техника; подключение к сети «Интернет»
Аудитория №1154 - читальный зал библиотеки: помещение для самостоятельной работы, в том числе, научно-исследовательской, подготовки курсовых и выпускных квалификационных работ	– Шкафы и стеллажи для книг и выставок, комплект учебной мебели, 1 рабочее место сотрудника и 3 рабочих места для студентов, оснащенные персональными компьютерами с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду организации.
Аудитория №1155 - читальный зал библиотеки: помещение для самостоятельной работы, в том числе, научно-исследовательской, подготовки курсовых и выпускных квалификационных работ.	– Каталоги, комплект учебной мебели, трибуна, 2 рабочих места для студентов, оснащенные персональными компьютерами с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду организации.
Аудитория №1156 - читальный зал библиотеки: помещение для самостоятельной работы, в том числе, научно-исследовательской, подготовки курсовых и выпускных квалификационных работ.	– Стеллажи для книг, комплект учебной мебели, 1 рабочее место сотрудника и 8 рабочих места для студентов, оснащенные персональными компьютерами с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду организации.

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины при обучении с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Необходимое оборудование	Параметры	Технические требования
Персональный компьютер/ ноутбук/планшет, камера, микрофон, динамики, доступ в сеть Интернет	Веб-браузер	Версия программного обеспечения не ниже: Chrome 72, Opera 59, Firefox 66, Edge 79, Яндекс. Браузер 19.3
	Операционная система	Версия программного обеспечения не ниже: Windows 7, macOS 10.12 «Sierra», Linux
	Веб-камера	640x480, 15 кадров/с
	Микрофон	любой
	Динамики (колонки или наушники)	любые
	Сеть (интернет)	Постоянная скорость не менее 192 кБит/с

Технологическое обеспечение реализации программы осуществляется с использованием элементов электронной информационно-образовательной среды университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft® Windows® XP Professional Russian Upgrade/Software Assurance Pack Academic OPEN No Level, артикул E85-00638; лицензия №18582213 от 30.12.2004 (бессрочная корпоративная академическая лицензия);

Microsoft® Office Professional Win 32 Russian License/Software Assurance Pack Academic OPEN No Level, артикул 269-05620; лицензия №18582213 от 30.12.2004 (бессрочная корпоративная академическая лицензия).

Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic Open No Level, артикул FQC-02306, лицензия № 46255382 от 11.12.2009 (копия лицензии; бессрочная академическая лицензия; центр поддержки корпоративных лицензий Microsoft).

Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic Open No Level, лицензия 47122150 от 30.06.2010 (бессрочная академическая лицензия; центр поддержки корпоративных лицензий Microsoft).

Система автоматизации библиотек ИРБИС64, договора на оказание услуг по поставке программного обеспечения №1/28-10-13 от 22.11.2013, №1/21-03-14 от 31.03.2014 (копии договоров).

Google Chrome (свободно распространяемое).

Adobe Reader (свободно распространяемое).

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition, 250-499 Node 1 year Educational Renewal License; договор №218/17 - КС от 21.11.2018.