

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
и образовательным инновациям
О.И. Чуприс



20 19 г.

Регистрационный № УД- 7619 /уч.

**СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСОВ
ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ**

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

1-31 80 06 Химия

Профилизация: Фундаментальная и прикладная химия веществ
и материалов

2019 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-31 80 06 и учебного плана № G31-040/уч от 11.04.2019 г.

СОСТАВИТЕЛИ:

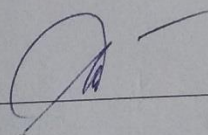
Т.В. Ковальчук-Рабчинская, доцент кафедры электрохимии Белорусского государственного университета, кандидат химических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой электрохимии Белорусского государственного университета (протокол № 4 от 14 ноября 2019 г.);

Учебно-методической комиссией химического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 3 от 10 декабря 2019 г.)

Зав. кафедрой _____



Стрельцов Е.А.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Современные материалы на основе комплексов переходных металлов» цикла дисциплин специальной подготовки относится к дисциплинам по выбору магистранта (компонент УВО) и разработана в соответствии с требованиями образовательного стандарта для специальности 1-31 80 06 Химия.

В настоящее время комплексы переходных металлов с лигандами органической природы находят широкое применение в разных областях химии, промышленности, медицины. Большой интерес представляют такие соединения для материаловедения, поскольку обладают магнитными, термохромными, фотосенсибилизирующими свойствами. Кроме того, весьма актуальным является поиск новых и более эффективных катализаторов для проведения различных технологических процессов; На базе металлокомплексов могут быть созданы такие материалы с высокими каталитическими свойствами. Известно также, что комплексы ионов переходных металлов могут быть участниками биохимических реакций. В связи с этим они могут быть удобной низкомолекулярной моделью для изучения процессов, протекающих в живых организмах с участием различных ферментов. Кроме того, известно, что комплексы с переходных металлов обладают биологической активностью и могут использоваться для создания эффективных лекарственных и диагностических средств.

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель изучения учебной дисциплины «Современные материалы на основе комплексов переходных металлов» – приобретение знаний о природе, свойствах, способах получения новых материалов на основе комплексов переходных металлов, а также представлений о практической значимости и перспективах их использования в разных областях промышленности, медицины, науки.

Задачи учебной дисциплины — ознакомить магистрантов с новыми материалами на основе комплексов переходных металлов, нашедших в настоящее время широкое применение в области промышленного производства и медицины, выработать у студентов представление об особенностях строения и свойствах таких металлокомплексов и дать оценку перспективности данному классу соединений для решения практических задач промышленности, современной химии и медицины.

Место учебной дисциплины в системе подготовки магистра

Учебная дисциплина относится к модулю «Прикладная химия новых материалов» (компонент учреждения высшего образования).

Связи с другими учебными дисциплинами

Учебная дисциплина «Современные материалы на основе комплексов переходных металлов» связана с другими дисциплинами, а именно: «Неорганическая химия», «Бионеорганическая химия».

Требования к компетенциям

В результате изучения учебной дисциплины студент должен закрепить и развить следующие компетенции магистра, предусмотренные образовательным стандартом высшего образования второй степени:

СК-5 Владеть принципами синтеза, исследования и модификации современных неорганических композитных и наноструктурированных материалов и предлагать методики направленного синтеза материалов с заданными физико-химическими свойствами, определяющими их практическую значимость.

СК-6 Владеть современными методами биомедицинского материаловедения, понимать методические подходы, их преимущества, ограничения и практическую реализацию в области разработки и исследования новых материалов для аналитических, биологических и медицинских применений.

В результате изучения учебной дисциплины магистрант должен

знать:

- основные вопросы химии координационных соединений;
- общие характеристики методов получения металлокомплексных соединений с лигандами органической природы с заданными свойствами (производными дифенольного, аминифенольного, тиоаминофенольного ряда, а также с производными Шиффовых оснований, макроциклов, полимерных соединений);
- особенности строения и свойства металлокомплексов для получения материалов с заданными характеристиками;
- области практического использования материалов на основе комплексов переходных металлов;

уметь:

- использовать основные понятия и концепции координационной химии для прогнозирования каталитических, магнитных, биоактивных свойств и других свойств материалов на основе комплексов переходных металлов;

владеть:

- методами синтеза металлокомплексов с органическими лигандами с заданными физико-химическими свойствами;
- общими критериями отбора соединений на основе металлокомплексов, перспективных для использования их как катализаторов, материалов с магнитными, сверхпроводящими, фотосенсибилизирующими свойствами, а также потенциальных химиотерапевтических агентов.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается во втором семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Современные материалы на основе комплексов переходных металлов» отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 98 часов, в том числе 36 аудиторных часов, из них: лекции – 24 часов (из них 4 ДО), семинарские занятия – 6 часов (из них 4 ДО), практические занятия – 2 часа, управляемая самостоятельная работа – 4 часа (из них 2 часа внеаудиторный контроль).

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Введение

Тема 1. Основные понятия в области химии координационных соединений

Основные понятия в области химии координационных соединений: координационная связь, состав и геометрия координационных узлов, типы координационных соединений, требования к потенциальным лигандам и металлам-комплексообразователям. Критерии образования устойчивых металлокомплексов, хелатный эффект.

Раздел 2. Материалы с магнитными и сверхпроводящими свойствами на основе комплексов переходных металлов с органическими лигандами

Тема 2.1. Металлокомплексы с лигандами органической природы, обладающие неинноцентной и редокс-активной природой, их физико-химические свойства и применение

Систематика лигандов, обладающие неинноцентной и редокс-активной природой. Отличительные особенности физико-химических свойств неинноцентных и редокс-активных металлокомплексов, критерии отнесения металлокомплексов к редокс-активным или неинноцентным. Понятие валентного таутомеризма и возможности его реализации в таких системах. Взаимосвязь неинноцентной и редокс-активной природы металлокомплексов с магнитными, термохромными и сверхпроводящими свойствами.

Тема 2.2. Особенности получения материалов с магнитными и сверхпроводящими свойствами на основе комплексов переходных металлов с органическими лигандами

Реакции и методы синтеза материалов с магнитными и сверхпроводящими свойствами на основе комплексов переходных металлов с органическими лигандами. Выбор природы и состава реакционной среды, влияние донорных свойств растворителя на образование металлокомплексов в заданном редокс-состоянии. Подбор условий синтеза (среда, температура, рН). Условия кристаллизации, выделения из раствора и очистка металлокомплексов.

Раздел 3. Новые материалы на основе металлокомплексов с гиперразветвленными полимерами

Тема 3.1. Новые материалы на основе металлокомплексов с гиперразветвленными полимерами

Металлополимерные комплексы карбоксилатных производных гиперразветвленных полиэфирополиолов и их применение. Металлополимерные комплексы аминопроизводных гиперразветвленных

полиэфирополиолов с ионами Cu (II). Перспективы биомедицинского применения дендримеров и гиперразветвленных полимеров. Разветвленные полимерные носители для трансфекции ДНК Биологически активные гиперразветвленные полиэфирополиолы и их производные.

Раздел 4. Новые соединения с каталитической активностью на основе металлокомплексов с ионами переходных металлов

Тема 4.1 Использование катализаторов на основе металлокомплексов в промышленном производстве

Современное состояние и перспективы металлокомплексного катализа, его виды, области использования. Применение катализаторов на основе металлокомплексов в современной органической химии. Реакции Suzuki, Sonogashira, Negishi, Kumada, Stille, Heck. Полимерные иммобилизованные металлокомплексные катализаторы.

Тема 4.2 Металлоферментный катализ

Основные преимущества металлоферментного катализа в сравнении с другими видами катализа на основе металлокомплексов. Современное состояние, перспективы и направления развития металлоферментного катализа для решения актуальных проблем биохимии, медицины и фармакологии.

Раздел 5. Новые материалы на основе металлокомплексов переходных металлов с азометиновыми, порфириновыми и фталоцианиновыми лигандами

Тема 5.1 Материалы на основе металлокомплексов переходных металлов с азометиновыми, порфириновыми и фталоцианиновыми лигандами для решения актуальных задач для промышленного синтеза
Металлокомплексы с азометиновыми лигандами, обладающие фотолюминесцентными свойствами. Фталоцианиновые металлокомплексы как сенсбилизаторы для фотовольтаики.

Тема 5.2 Материалы на основе металлокомплексов переходных металлов с азометиновыми, порфириновыми и фталоцианиновыми лигандами для решения актуальных задач медицины

Биологически активные металлокомплексы с порфириновыми и фталоцианиновыми лигандами. Использование порфириновых металлокомплексов с ионами переходных металлов в фотодинамической терапии рака (ФДТ). Биологически активные металлокомплексы с азометиновыми производными.

Раздел 6. Новые субстанции для получения лекарственных средств на основе комплексов переходных металлов

Тема 6.1 Лекарственные средства на основе комплексов переходных металлов, широко использующиеся в медицинской практике в настоящее время

Лекарственные средства на основе комплексов меди, железа, цинка, никеля, серебра, марганца, кобальта, золота, платины, палладия, использующиеся в медицинской практике с различными видами фармакологической активности. Современные представления о механизме их действия.

Тема 6.2 Комплексы переходных металлов, являющиеся потенциальными лекарственными средствами для дальнейшего применения в медицинской практике

Потенциальные лекарственные средства на основе комплексов меди, железа, цинка, никеля, серебра, марганца, кобальта, золота, платины, палладия, рутения, титана с различными видами биологической активности.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования с применением дистанционных образовательных технологий

Номер	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Внеауд. Колич. УСР		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение	1						
1.1	Основные понятия в области химии координационных соединений.	1						Устный опрос
2	Материалы с магнитными и сверхпроводящими свойствами на основе комплексов переходных металлов с органическими лигандами	4		2			2	
2.1	Металлокомплексы с лигандами органической природы, обладающие неинноцентной и редокс-активной природой, их физико-химические свойства и применение	2		1(ДО)			1	Контрольная работа
2.2	Особенности получения материалов с магнитными и сверхпроводящими свойствами на основе комплексов переходных металлов с органическими лигандами	2		1(ДО)			1	Самостоятельная работа. Тесты
3	Новые материалы на основе металлокомплексов с гиперразветвленными полимерами	2						
3.1	Новые материалы на основе металлокомплексов с гиперразветвленными полимерами	2(ДО)						Устный опрос
4	Новые соединения с каталитической активностью на основе металлокомплексов с ионами переходных металлов	5		2				
4.1	Использование катализаторов на основе металлокомплексов в промышленном производстве	3		1(ДО)				Устный опрос
4.2	Металлоферментный катализ	2		1(ДО)				Устный опрос
5	Новые материалы на основе металлокомплексов переходных	5		1				

	металлов с азотинными, порфириновыми и фталоцианиновыми лигандами							
5.1	Материалы на основе металлокомплексов переходных металлов с азотинными, порфириновыми и фталоцианиновыми лигандами для решения актуальных задач прикладной химии	3		1				Самостоятельная работа, устный опрос.
5.2	Материалы на основе металлокомплексов переходных металлов с азотинными, порфириновыми и фталоцианиновыми лигандами для решения актуальных задач медицины	2(ДО)				2		Открытое эвристическое задание (внеаудиторный контроль)
6	Новые субстанции для получения лекарственных средств на основе комплексов переходных металлов	7	2	1			2	
6.1	Лекарственные средства на основе комплексов переходных металлов, широко используемые в настоящее время в медицинской практике	4	1	1				Устный опрос
6.2	Комплексы переходных металлов, являющиеся потенциальными лекарственными средствами для дальнейшего применения в медицинской практике	3	1				2	Контрольная работа. Тесты
	Итого	24	2	6		2	2	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Костромина, Н.А. Химия координационных соединений / Н.А. Костромина, В.Н. Кумок, Н.А. Скорик. – М.: Высш. шк., 1990. – 431 с.
2. Кутырева М. П. Материалы: биологически активные гиперразветвленные полимеры и их металлокомплексы / М. П. Кутырева, С. С. Бабкина, Т. К. Атанасян и др. – Москва: МПГУ, 2014. – 136 с.
3. Металлокомплексы с неиноцентными лигандами / К.П. Бутин [и др.] // Успехи химии. – 2005. – Т. 74, № 6. – С. 587–608.
4. Полимерные иммобилизованные металлокомплексные катализаторы / А.Д. Помогайло. – М.: Наука, 1988. – 303 С.
5. Скопенко, В.В. Координационная химия. / В.В. Скопенко. – М.: ИКЦ»Академкнига», 2007. – 487 с.
6. Verani, C. Rational synthesis and characterization of paramagnetic heteropolynuclear systems containing [MA-MB-MC], [MA-MB]₂ and [M1-2(·R)1-2-3] cores: PhD Thesis / C. Verani. – Mülheim an der Ruhr, 2000. – 182 p.
7. О. В. Левин Полимерные комплексы металлов с основаниями Шиффа саленового типа // Вестник технологического университета. – 2016. – Т.19, №22, С.5–15.
8. Синтез фталоцианинов переходных металлов и их применение в качестве присадок к смазочным материалам / К.Г. Алексанян [и др.] // <https://doi.org/10.24411/2310-8266-2018-10304>
9. Kulkarni, A. Patil, S., Badami P. Electrochemical Properties of some Transition Metal Complexes: Synthesis, Characterization and In-vitro antimicrobial studies of Co(II), Ni(II), Cu(II), Mn(II) and Fe(III) Complexes / A. Kulkarni, S. Patil, P. Badami // J. Electrochem. Sci. – 2009. – Vol. 4. – P. 717 – 729.
10. Логинова Н.В. Бионеорганическая химия: металлокомплексы в медицине. Мн.: БГУ, 2000. 127 с.

Дополнительная

1. Структурные особенности и электрохимические характеристики комплексов переходных металлов (Pt, Pd, Ni, Co) с «небезучастными» лигандами / Н.Т. Берберова [и др.] // Рос. хим. ж. – 2005. – Т. XLIX, № 5. – С. 67–74.
2. Pierpont, C.G. Unique properties of transition metal quinine complexes of the MQ₃ series / C.G. Pierpont // Coord. Chem. Rev. – 2001. – Vol. 219–221. – P. 415–433.
3. Логинова Н.В. Металлокомплексы в медицине: от дизайна к химиотерапии и диагностике. Мн.: БГУ, 2006. 203 с.
4. Theoretical evidence for the singlet diradical character of square planar nickel complexes containing two o-semiquinonato type ligands / V. Bachler [et al.] // Inorg. Chem. – 2002. – V. 41, № 16. – P. 4179–4193.
5. Linear trinuclear oximate-bridged complexes Mn^{III,IV}M^{II}Mn^{III,IV} (M=Zn, Cu or Mn): synthesis, structure, redox behaviour and magnetism / F. Birkelbach [et al.] // Dalton Trans. – 1997. – P. 4529–4537.
6. Румянцев Е.В., Антипа Е.В., Чистяков Ю.В. Химические основы жизни. М.: Химия, 2007. 560 с.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Текущий контроль качества усвоения студентами знаний по данной учебной дисциплине может осуществляться с использованием следующих средств диагностики:

- письменных контрольных по отдельным темам учебной программы, а также по содержанию учебной дисциплины в целом;
- устного и письменного опроса (самостоятельная работа) при проведении аудиторных занятий;
- тестирования по отдельным темам учебной дисциплины;
- открытое эвристическое задание в виде составления патента на новое вещество с биологической активностью (внеаудиторный контроль)

Итоговая оценка формируется на основе:

1. Правил проведения аттестации студентов (Постановление Министерства образования Республики Беларусь № 53 от 29 мая 2012 г.);
2. Положения о рейтинговой системе оценки знаний по дисциплине в БГУ (Приказ ректора БГУ от 18.08.2015 № 382-ОД);
3. Критериев оценки знаний студентов (письмо Министерства образования от 22.12.2003 г.)

Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний и текущей аттестации в рейтинговую оценку:

Формирование оценки за текущую успеваемость:

- ответы на семинарских занятиях – 50 %;
- написание контрольной работы – 25 %;
- выполнение теста – 25 %.

Рейтинговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости и экзаменационной оценки с учетом их весовых коэффициентов. Оценка по текущей успеваемости составляет 40 %, оценка на зачете – 60 %.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ЗАДАНИЙ УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ МАГИСТРАНТОВ

1. Тема «Материалы с магнитными и сверхпроводящими свойствами на основе комплексов переходных металлов с органическими лигандами» (2 ч.).

Задание: Выделить критерии образования комплексов переходных металлов, обладающих неинноцентными и редокс-активными свойствами. Идентификация комплексов, особенности строения и физико-химические свойства (магнитные, сверхпроводящие, каталитические).

2. Тема «Новые субстанции для получения лекарственных средств на основе комплексов переходных металлов» (2 ч.)

Задание: Привести примеры комплексов меди, кобальта, серебра, никеля, цинка, марганца, железа, ванадия как потенциальных лекарственных средств для решения актуальных задач фармакологии. Раскрыть механизмы их биологической активности.

3. Тема «Материалы на основе металлокомплексов переходных металлов с азометиновыми, порфириновыми и фталоцианиновыми лигандами для решения актуальных задач медицины» (2 ч.)

Задание: Составить по предложенному образцу и на основе представленной информации о физико-химических свойствах вещества патент РБ на новое вещество на основе металлокомплексов переходных металлов с азометиновыми, порфириновыми и фталоцианиновыми лигандами как потенциальное лекарственное средство.

ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практическое занятие №1. Комплексы переходных металлов, являющиеся потенциальными лекарственными средствами для дальнейшего применения в медицинской практике и используемые в настоящее время в клинической медицинской практике.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется эвристический подход, который предполагает:

- демонстрацию многообразия решений большинства профессиональных задач и жизненных проблем;
- творческую самореализацию обучающихся в процессе создания образовательных продуктов;
- индивидуализацию обучения.

При организации образовательного процесса используется также практико-ориентированный подход, который предполагает:

- освоение содержания образования через решение практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- поиск и обзор литературы и электронных источников по индивидуально заданной проблеме курса;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку;
- подготовка к практическим и семинарским занятиям;
- подготовка к зачету.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Химическая сенсорика	Неорганической химии	Изменений не требуются	Программа согласована, протокол №5 от 13.11.19
Бионеорганические материалы	Неорганической химии	Изменения не требуются	Программа согласована, протокол №5 от 13.11.19