

Министерство образования и науки Пермского края
Государственное бюджетное образовательное учреждение
«Академия первых»

ПРИНЯТА
педагогическим советом
ГБОУ «Академия первых»
Протокол от 26.07.2023 № 5

СОГЛАСОВАНО
на заседании экспертного совета
ГБОУ «Академия первых»
Протокол от 20.12.2022 № 6

УТВЕРЖДЕНА
приказом директора
ГБОУ «Академия первых»
от 27.07.2023 № 201



ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА
«Олимпиадная химия, 10-11 класс»
Возраст обучающихся: 15–17 лет
Срок реализации программы: 72 часа

Составители программы:
Елохов А.М., канд. хим. наук,
доцент кафедры неорганической
химии, химической технологии и
техносферной безопасности
ПГНИУ,
Герасимов М.А., педагог
дополнительного образования

Пермь
2023

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Направленность (профиль) и уровень освоения программы: настоящая программа «Олимпиадная химия, 10-11 класс» является дополнительной общеразвивающей программой естественнонаучной направленности, относящейся к продвинутому уровню реализации.

Актуальность программы: настоящая программа направлена на актуализацию и углубление знаний учащихся в области строения и свойств комплексных соединений, являющихся одним из основных разделов исследования современной химии и химического материаловедения. Программа способствует всестороннему развитию личности обучающегося, направлена на совершенствование его интеллектуального, духовного, физического развития, способствует формированию у обучающихся научной картины мира. Настоящая программа направлена на олимпиадную подготовку обучающихся и призвана помочь школьникам в выстраивании собственной олимпиадной траектории.

Педагогическая целесообразность программы состоит в том, что в процессе её реализации обучающиеся овладевают знаниями, умениями, навыками, которые направлены на формирование научной картины мира и понимания роли комплексных соединений на современном этапе развития химии.

Отличительные особенности программы: программа «Олимпиадная химия» рассчитана на интенсивный курс обучения, включающий 72 часа аудиторной работы детского объединения под руководством преподавателя, куда также входят лабораторные и практические работы, предназначенные для отработки полученных знаний и умений, навыков исследовательской деятельности. Такой механизм реализации программы позволяет получить наибольший эффект в освоении учебного материала.

Новизна программы: программа направлена на формирование у обучающихся понимания особенностей строения, образования комплексных

соединений, особенностей их физических и химических свойств, а также их применения в различных областях науки и техники. Данная программа направлена на углубленную подготовку обучающихся в сравнении с содержанием материала предмета «Химия» в основной и средней школе.

Целью реализации программы является получение знаний в вопросах строения, свойств, получения и применения координационных соединений с неорганическими и органическими лигандами.

Задачи реализации программы разделяются в соответствии с кругом решаемых вопросов:

Обучающие задачи:

- познакомить обучающихся с классификацией, особенностями описания строения координационных соединений и их многообразием;
- сформировать систему специальных знаний в области неорганической и органической химии;
- создать условия для личностного развития обучающихся.

Развивающие задачи:

- удовлетворить индивидуальные потребности обучающихся в интеллектуальном развитии;
- выявить и поддержать талантливых обучающихся.

Воспитательные задачи:

- помочь в позитивной социализации и профессиональном самоопределении;
- формировать ответственное отношение к собственной образовательной траектории и профессиональной карьере.

Адресат программы: программа «Олимпиадная химия, 10-11 класс» предназначена для детей 15–17 лет, обучающихся в 10–11 классах общеобразовательных организаций, которые имеют углубленные знания общей химии и являются участниками школьных олимпиад по химии. Набор на обучение осуществляется путем отбора среди участников регионального

этапа Всероссийской олимпиады школьников по химии и перечневых химических олимпиад.

Состав объединения обучающихся (группы) – 15–20 человек.

Срок реализации программы: 72 академических часа.

Формы обучения: настоящая программа предполагает очное обучение.

Форма и режим занятий: групповые занятия проводятся в формате лекций, практических занятий (разбор и решение задач), лабораторные работы.

Режим занятий: программа реализуется в течение двух учебных недель в соответствии с календарным графиком учреждения, в один учебный день – 6 академических часов занятий (за исключением воскресенья).

Ожидаемые результаты обучения: в результате освоения программы обучающийся должен знать основные понятия и номенклатуру координационных соединений, факторы, влияющие на устойчивость комплексных соединений, принципы лигандного дизайна, основные направления применения координационных соединений

Используя эти знания, обучающийся должен **уметь**: предсказывать возможные продукты химических реакций и определять основные свойства различных координационных соединений.

Ожидаемый результат по обучающему компоненту программы. В результате освоения программы обучающийся познакомится с основными понятиями химии координационных соединений, подходам к описанию строения координационных соединений и основными направлениями их применения в различных отраслях науки и техники.

Ожидаемый результат по развивающему компоненту программы. В результате освоения программы обучающийся удовлетворит индивидуальные потребности в интеллектуальном развитии; сформирует интеллектуальные способности в данной сфере; получит поддержку в развитии своего таланта.

Ожидаемый результат по воспитательному компоненту программы.

В результате освоения программы обучающийся получит возможность для духовно-нравственного воспитания, получит помощь и поддержку в позитивной социализации и профессиональном самоопределении, сформирует в себе ответственное отношение к учебным задачам, способным повлиять на дальнейшую жизненную траекторию школьника.

Способы определения результативности: педагогическое наблюдение; педагогический анализ результатов выполнения обучающимися текущих практических заданий, активности обучающихся на занятиях; ведение журнала учёта.

Формы подведения итогов реализации программы. Промежуточный мониторинг осуществляется в форме решения практических заданий. Итоговый мониторинг осуществляется в форме итоговой контрольной работы, которая может быть проведена в индивидуальном и групповом формате.

2. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

дополнительной общеразвивающей программы

«Олимпиадная химия, 10-11 класс»

| № | Название раздела, темы | Количество часов | | | Форма аттестации / контроля |
|----|--|------------------|--------|----------|---------------------------------|
| | | Всего | Теория | Практика | |
| 1. | Предмет координационной химии и основные этапы ее развития | 6 | 2 | 4 | Выполнение практических заданий |
| 2. | Теория кристаллического поля и теория поля лигандов (ТПЛ) | 6 | 2 | 4 | Выполнение практических заданий |
| 3. | Теория молекулярных орбиталей (МО) | 6 | 2 | 4 | Выполнение практических заданий |
| 4. | Факторы, влияющие на устойчивость координационных соединений | 6 | 2 | 4 | Выполнение практических заданий |
| 5. | Принципы лигандного дизайна | 6 | 2 | 4 | Выполнение практических заданий |
| 6. | Карбонилы металлов и их аналоги | 6 | 2 | 4 | Выполнение практических |

| | | | | | |
|--------|---|----|----|----|---------------------------------|
| | | | | | заданий |
| 7. | Арильные и алкильные комплексы переходных металлов | 6 | 2 | 4 | Выполнение практических заданий |
| 8. | Пи-комплексы переходных металлов с ненасыщенными углеводородами | 6 | 2 | 4 | Выполнение практических заданий |
| 9. | Принцип изоlobalности (Хофман) | 6 | 2 | 4 | Выполнение практических заданий |
| 10. | Общие представления о кластерах | 6 | 2 | 4 | Выполнение практических заданий |
| 11. | Кластеры переходных металлов | 6 | 2 | 4 | Выполнение практических заданий |
| 12. | Переходные металлы в живых системах | 6 | 2 | 4 | Итоговая контрольная работа |
| Итого: | | 72 | 24 | 48 | |

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Тема 1. Предмет координационной химии и основные этапы ее развития (6 часов)

Теория: Становление координационной химии как отдельной отрасли химической науки. Основные этапы развития. Базовые учебники, обобщающие работы и текущая периодика.

Практика: Современный этап развития координационной химии. Базовые понятия.

Тема 2. Теория кристаллического поля (ТКП) и теория поля лигандов (ТПЛ) (6 часов)

Теория: Основные положения ТКП и ТПЛ в применении к октаэдрическим, тетраэдрическим, квадратным комплексам. Высоко- и низкоспиновые комплексы. Спектрохимический ряд, лиганды сильного и слабого поля. Спин-кроссовер. Энергия стабилизации полем лигандов, «магические числа» электронов. Эффект Яна-Теллера. Координационные числа и координационные полиэдры. Нефелоауксетический эффект.

Практика: Описание строения комплексных соединений с позиций теории кристаллического поля и теории поля лигандов.

Тема 3. Теория молекулярных орбиталей (МО) (6 часов)

Теория: Схема МО для октаэдрических комплексов. Учет пи-связывания. Обратное донирование и дативное взаимодействие. Правило 18 электронов и его интерпретация в рамках теории МО. Связывание в комплексах с олефинами и диводородом. Агостическое взаимодействие.

Практика: Распространение схемы МО на различные координационные числа и комплексы непереходных элементов. Нетрадиционные геометрии.

Тема 4. Факторы, влияющие на устойчивость координационных соединений (6 часов)

Теория: Константы устойчивости комплексных соединений. Зависимость констант устойчивости от электростатических факторов и от энергии стабилизации полем лиганда (ряд Ирвинга-Вильямса). Принцип жестких и мягких кислот и оснований (Арланд-Чатт, Пирсон).

Практика: Решение задач на расчет равновесий с участием координационных соединений.

Тема 5. Принципы лигандного дизайна (6 часов)

Теория: Классификация лигандов (мибидентатные, политопические, нон-инносцентные). Хелатирующие лиганды и поданды, полиподные лиганды. Хелатный эффект, правило циклов, проблемы синтеза координационных макроциклов, конформационный анализ 5- и 6- членных хелатных циклов. Макроциклические лиганды, макроциклический эффект. Понятие о преорганизации. Лариатные лиганды. Краун-эфиры, полиазамакроциклы; порфирины и азапорфирины. Криптатный эффект. Криптанды и сферанды; клатрохелаты. Темплатный синтез; термодинамический и кинетический темплатный эффект. Координационные соединения в синтезе молекул с топологическими связями (катенаны, ротаксаны, узлы). Металлорганические координационные полимеры.

Практика: Решение задач по теме.

Тема 6. Карбонилы металлов и их аналоги (6 часов)

Теория: Способы координации CO к переходным металлам. Природа химической связи в карбонилах металлов. Применение правила 18 электронов. Спектроскопические характеристики карбониллов. Изоэлектронные аналоги CO и их комплексы – нитрозилов, изоцианиды, диазот, моносульфид углерода, диазенидные комплексы, винилидены.

Практика: Способы синтеза карбониллов. Реакции карбониллов – замещение лигандов, восстановление, нуклеофильная атака координированной молекулы CO. Реагент Колмана.

Тема 7. Арильные и алкильные комплексы переходных металлов (6 часов)

Теория: Факторы, влияющие на стабильность алкильных и арильных производных переходных металлов. Бета-элиминирование. Принципы подбора лигандов. Методы синтеза. Реакции электрофильного металлирования. Циклометаллирования. Пинцерные комплексы.

Практика: Химия алкильных и арильных комплексов – реакции протолиза, внедрения, гидрогенолиза, переметаллирования, присоединения по кратным связям. Карбеновые и карбиновые комплексы (комплексы Фишера и комплексы Шрока).

Тема 8. Пи-комплексы переходных металлов с ненасыщенными углеводородами (6 часов)

Теория: Комплексы с олефинами и алкинами. Описание химической связи (модель Дьюара-Чатта- Дункансона). Особенности координации электрофильных алкенов и алкинов. Гидродемеркурирование. Роль пи-комплексов Au(I) в катализе. Аллильные комплексы – строение, природа химической связи, методы синтеза, 1 -3 -перегруппировки. Аллильные комплексы никеля и палладия и их роль в органическом синтезе. Бутадиеновые и циклобутадиеновые комплексы – строение, синтез, реакционная способность. Валентная изомерия в бутадиеновых комплексах. Взаимные переходы между аллильными, бутадиеновыми и

пентадиенильными лигандами. Циклопентадиенильные комплексы. Металлоцены и клиновидные сэндвичи; особенности электронного строения. Реагент Шварца. Реагент Теббе. Полусэндвичевые комплексы. Многопалубные сэндвичи. Циклопентадиенильные комплексы непереходных металлов. Пи-комплексы аренов. Методы синтеза (синтез Фишера – Хафнера, криогенная конденсация). Особенности активации ареновых лигандов. Комплексы с циклогептатриеном и циклооктатетраеном. Особенности координации полиядерных углеводородов (нафталин, инден, флуорен, пентален, азулен). Лигандное древо Кинга. Ароматические гетероциклы как лиганды. Общие закономерности нуклеофильной и электрофильной атаки координированных полиолефиновых лигандов (правила Дэвиса-Грина-Мингоса).

Практика: Реакции электрофильного замещения в циклобутадиеновых комплексах. Реакции электрофильного замещения в ферроцене и его аналогах.

Тема 9. Принцип изоlobalности (Хофман) (6 часов)

Теория: Концепция изоlobalности. Изоlobalные фрагменты – аналоги метила, метилена и метина. Расширение концепции изоlobalности на некарбонильные фрагменты. Изоlobalные лиганды. Аналогия между органическими молекулами и координационными соединениями. Применение принципов изоlobalности для конструирования новых типов металлоорганических и полиядерных соединений (Пасынский).

Практика: Решение задач.

Тема 10. Общие представления о кластерах (6 часов)

Теория: Электронное строение. Методы формирования связи металл-металл. Основные концепции кластерной химии (металлоостов, кластерное ядро, внутривидные, мостиковые и терминальные лиганды, нуклеарность). Карбонильные кластеры и особенности их синтеза. Правила Уэйда-Мингоса. Клозо, нидо, арахо и гифо-кластеры. Бораны, карбораны,

анионы и катионы Цинтля как типичные кластеры непереходных элементов. Карболлиды.

Практика: Применение концепции изоლობальности к синтезу кластеров. Правила подсчета электронов в кластерах. «Магические числа».

Тема 11. Кластеры переходных металлов (6 часов)

Теория: Расширение правил УэйдаМингоса на кластеры переходных металлов. Металлабораны. Электронодефицитные и электроноизбыточные кластеры. Особенности структурной организации металлокластеров средней нуклеарности. Гигантские кластеры. Галогенидные и халькогенидные кластеры переходных металлов. Комплексы с кратными связями металл-металл. Принципы синтеза. Электронное строение, схемы МО для разных типов биядерных комплексов. Металлоцепи. Особенности активации лигандов на нескольких металлоцентрах в кластерах.

Практика: Решение задач по теме.

Тема 12. Переходные металлы в живых системах (6 часов)

Теория: Формы нахождения и функции переходных металлов в живых организмах. Zn^{2+} как кислота Льюиса. Транспорт и активация кислорода. Ферритин. Гемоглобин, миоглобин, гемоэритрин, гемоцианин. Окислительные процессы. Цитохром P450. Негемовые железосодержащие ферменты. Метанмоноксигеназа. Оксидазы, пероксидазы, каталазы, супероксиддисмутазы. Ферредоксины. Роль меди в процессах окисления. Синтетические аналоги гемоглобина, оксидаз, ферредоксинов. Металлорганические комплексы кобальта (кобаламины) и их роль в процессах метилирования и изомеризации. Роль марганца в процессе фотосинтеза. Проблема фотокаталитического разложения воды. Комплексы фотосенсибилизаторы. Молибден и вольфрам-содержащие ферменты. Нитрогеназа. Проблема искусственной фиксации азота. Гидрогеназы.

Практика: Решение задач.

4. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

дополнительной общеразвивающей программы

«Олимпиадная химия, 10-11 класс»

| № п/п | Месяц | Число | Время проведения занятия | Форма занятия | Кол-во часов | Тема занятия | Место проведения | Форма контроля | | | |
|-------|--|-------|--------------------------|---------------|-------------------------|---|------------------|---------------------------------|--|-----------|---------------------------------|
| 1 | Месяц, число и время проведения занятий определяются конкретным периодом организации и проведения интенсивных профильных смен (периодов реализации дополнительной общеразвивающей программы) | | | | 6 часов, в т.ч.: | Предмет координационной химии и основные этапы ее развития | | Выполнение практических заданий | | | |
| 1.1. | | | | | Лекция | 2 | | | Становление координационной химии как отдельной отрасли химической науки. Основные этапы развития. | Аудитория | |
| 1.2. | | | | | Практическая работа | 4 | | | Современный этап развития координационной химии. Базовые понятия. | Аудитория | |
| 2 | | | | | | 6 часов, в т.ч.: | | | Теория кристаллического поля (ТКП) и теория поля лигандов (ТПЛ) | Аудитория | Выполнение практических заданий |
| 2.1. | | | | | Лекция | 2 | | | Основные положения ТКП и ТПЛ в применении к октаэдрическим, тетраэдрическим, квадратным комплексам. Высоко- и низкоспиновые комплексы. Спектрохимический ряд, лиганды сильного и слабого поля. Спин-кроссовер. Энергия стабилизации полем лигандов, «магические числа» электронов. Эффект Яна-Теллера. Координационные числа и координационные полиэдры. Нефелоауксетический эффект. | | |

| № п/п | Месяц | Число | Время проведения занятия | Форма занятия | Кол-во часов | Тема занятия | Место проведения | Форма контроля |
|-------|-------|-------|--------------------------|---------------------|-------------------------|---|------------------|---------------------------------|
| 2.2. | | | | Практическая работа | 4 | Описание строения комплексных соединений с позиций теории кристаллического поля и теории поля лигандов | Аудитория | |
| 3 | | | | | 6 часов, в т.ч.: | Теория молекулярных орбиталей (МО) | | Выполнение практических заданий |
| 3.1. | | | | Лекция | 2 | Схема МО для октаэдрических комплексов. Учет пи-связывания. Обратное донирование и дативное взаимодействие. Правило 18 электронов и его интерпретация в рамках теории МО. Связывание в комплексах с олефинами и диводородом. Агостическое взаимодействие. | Аудитория | |
| 3.2. | | | | Практическая работа | 4 | Распространение схемы МО на различные координационные числа и комплексы переходных элементов. Нетрадиционные геометрии. | Аудитория | |
| 4 | | | | | 6 часов, в т.ч.: | Факторы, влияющие на устойчивость координационных соединений | | Выполнение практических заданий |
| 4.1. | | | | Лекция | 2 | Константы устойчивости комплексных соединений. Зависимость констант устойчивости от электростатических факторов и от энергии стабилизации полем лиганда (ряд Ирвинга-Вильямса). Принцип жестких и мягких кислот и оснований (Арланд-Чатт, Пирсон). | Аудитория | |

| № п/п | Месяц | Число | Время проведения занятия | Форма занятия | Кол-во часов | Тема занятия | Место проведения | Форма контроля |
|-------|-------|-------|--------------------------|---------------------|-------------------------|--|------------------|---------------------------------|
| 4.2. | | | | Практическая работа | 4 | Решение задач на расчет равновесий с участием координационных соединений | Аудитория | |
| 5 | | | | | 6 часов, в т.ч.: | Принципы лигандного дизайна | | Выполнение практических заданий |
| 5.1. | | | | Лекция | 2 | Классификация лигандов (мибидентатные, политопические, нон-инносцентные). Хелатирующие лиганды и поданды, полиподные лиганды. Хелатный эффект, правило циклов, проблемы синтеза координационных макроциклов, конформационный анализ 5- и 6-членных хелатных циклов. Металлорганические координационные полимеры. | Аудитория | |
| 5.2. | | | | Практическая работа | 4 | Решение задач | Аудитория | |
| 6 | | | | | 6 часов, в т.ч.: | Карбонилы металлов и их аналоги | | Выполнение практических заданий |
| 6.1. | | | | Лекция | 2 | Способы координации CO к переходным металлам. Природа химической связи в карбонилах металлов. Применение правила 18 электронов. Спектроскопические характеристики карбонилы. Изоэлектронные аналоги CO и их комплексы – нитрозилы, изоцианиды, диазот, моносulfид углерода, диазенидные комплексы, | Аудитория | |

| № п/п | Месяц | Число | Время проведения занятия | Форма занятия | Кол-во часов | Тема занятия | Место проведения | Форма контроля |
|-------|-------|-------|--------------------------|---------------------|-------------------------|---|------------------|---------------------------------|
| | | | | | | винилидены. | | |
| 6.2 | | | | Практическая работа | 4 | Способы синтеза карбониллов. Реакции карбониллов – замещение лигандов, восстановление, нуклеофильная атака координированной молекулы СО. Реагент Колмана. | Аудитория | |
| 7 | | | | | 6 часов, в т.ч.: | Арильные и алкильные комплексы переходных металлов | | Выполнение практических заданий |
| 7.1 | | | | Лекция | 2 | Факторы, влияющие на стабильность алкильных и арильных производных переходных металлов. Бета-элиминирование. Принципы подбора лигандов | Аудитория | |
| 7.2 | | | | Практическая работа | 4 | Химия алкильных и арильных комплексов – реакции протолиза, внедрения, гидрогенолиза, переметаллирования, присоединения по кратным связям. Карбеновые и карбиновые комплексы (комплексы Фишера и комплексы Шрока). | Аудитория | |
| 8 | | | | | 6 часов, в т.ч.: | Пи-комплексы переходных металлов с ненасыщенными углеводородами | | Выполнение практических заданий |
| 8.1 | | | | Лекция | 2 | Комплексы с олефинами и алкинами. Аллильные комплексы. Бутадиеновые и циклобутадиеновые комплексы. Циклопентадиенильные комплексы. Металлоцены и клиновидные сэндвичи; особенности электронного строения. | Аудитория | |

| № п/п | Месяц | Число | Время проведения занятия | Форма занятия | Кол-во часов | Тема занятия | Место проведения | Форма контроля |
|-------|-------|-------|--------------------------|---------------------|-------------------------|--|------------------|---------------------------------|
| | | | | | | Полусэндвичевые комплексы. Многопалубные сэндвичи. Ароматические гетероциклы как лиганды. | | |
| 8.2 | | | | Практическая работа | 4 | Реакции электрофильного замещения в циклобутadiеновых комплексах. Реакции электрофильного замещения в ферроцене и его аналогах. | Аудитория | |
| 9 | | | | | 6 часов, в т.ч.: | Принцип изоlobalности (Хофман) | | Выполнение практических заданий |
| 9.1 | | | | Лекция | 2 | Концепция изоlobalности. Изоlobalные фрагменты – аналоги метила, метилена и метина. Расширение концепции изоlobalности на некарбонильные фрагменты. Изоlobalные лиганды. Аналогия между органическими молекулами и координационными соединениями. Применение принципов изоlobalности для конструирования новых типов металлоорганических и полиядерных соединений (Пасынский). | Аудитория | |
| 9.2 | | | | Практическая работа | 4 | Решение задач | Аудитория | |
| 10 | | | | | 6 часов, в т.ч.: | Общие представления о кластерах | | Выполнение практических заданий |

| № п/п | Месяц | Число | Время проведения занятия | Форма занятия | Кол-во часов | Тема занятия | Место проведения | Форма контроля |
|-------|-------|-------|--------------------------|---------------------|-------------------------|--|------------------|---------------------------------|
| 10.1 | | | | Лекция | 2 | Основные концепции кластерной химии (металлоостов, кластерное ядро, внутривещные, мостиковые и терминальные лиганды, нуклеарность). Карбонильные кластеры и особенности их синтеза. Правила Уэйда-Мингоса. Клозо, нидо, арачно и гифо-кластеры. Бораны, карбораны, анионы и катионы Цинтля как типичные кластеры непереходных элементов. Карболлиды. | Аудитория | |
| 10.2 | | | | Практическая работа | 4 | Применение концепции изолюбальности к синтезу кластеров. Правила подсчета электронов в кластерах. «Магические числа» | Аудитория | |
| 11 | | | | | 6 часов, в т.ч.: | Кластеры переходных металлов | | Выполнение практических заданий |
| 11.1 | | | | Лекция | 2 | Металлабораны. Электронодефицитные и электроноизбыточные кластеры. Особенности структурной организации металлокластеров средней нуклеарности. Гигантские кластеры. Галогенидные и халькогенидные кластеры переходных металлов. | Аудитория | |
| 11.2 | | | | Практическая работа | 4 | Решение задач по теме | Аудитория | |
| 12 | | | | | 6 часов, в т.ч.: | Переходные металлы в живых системах | | Итоговая контрольная |

| № п/п | Месяц | Число | Время проведения занятия | Форма занятия | Кол-во часов | Тема занятия | Место проведения | Форма контроля |
|-------|-------|-------|--------------------------|---------------------|--------------|--|------------------|----------------|
| | | | | | | | | работа |
| 12.1 | | | | Лекция | 2 | Формы нахождения и функции переходных металлов в живых организмах. | Аудитория | |
| 12.2 | | | | Практическая работа | 4 | Решение задач | Аудитория | |

5. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

5.1. Материально-технические условия реализации программы

| Наименование специализированных учебных помещений | Форма проведения занятий | Оборудование, перечень технических, графических средств и материалов, программное обеспечение |
|--|---------------------------------|--|
| Аудитория | Лекции | Компьютер, мультимедийный проектор, экран, маркерная или меловая доска |
| Аудитория | Практические занятия | Компьютер мультимедийный проектор, экран, маркерная или меловая доска |

5.2. Учебно-методическое обеспечение программы

Преподаватель должен владеть методами развития когнитивной деятельности обучающихся, приёмами работы в группе с неровным уровнем обучающихся.

Теоретическое и методическое обучение строится на основе авторских лекционных, методических и дидактических материалов, в т.ч. презентации по всем темам курса, письменные задания, подборки заданий олимпиад прошлых лет.

Лекционный материал должен сопровождаться получением обратной связи (через вопросы к аудитории и от аудитории, оценку вовлеченности группы в процесс). Практические задания предполагают самостоятельную работу обучающегося и дальнейшую проверку ответов педагогом, в т.ч. в режиме фронтальной работы, решение задач и олимпиадных заданий, лабораторные работы.

Дополнительно обучающийся может привлекать литературу из предложенного в настоящей программе списка.

5.3. Список источников и литературы

Основная литература:

1. Берсукер И.Б. Электронное строение и свойства координационных соединений. – Л.: Химия, 1986.
2. Гиллеспи Р. Геометрия молекул / Пер. с англ. – М.: Мир, 1975.
3. Губин С.П. Химия кластеров. Основы классификации и строения. – М.: Наука, 1987.
4. Кукушкин Ю.А. Химия координационных соединений. – М.: Высшая школа, 1985.
5. Киселев Ю.М., Добрынина Н.А. Химия координационных соединений. – М.: Издательский центр «Академия», 2007.
6. Скопенко В.В., Цивадзе А.Ю., Савранский Л.И., Гарновский А.Д. Координационная химия. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007.

Интернет-ресурсы:

1. Портал фундаментального химического образования России. Наука. Образование. Технологии. – <http://www.chem.msu.ru>.
2. Портал Всероссийской олимпиады школьников. Химия – <https://vserosolimp.edsoo.ru/chemistry>.

**Критерии отбора обучающихся на программу
«Олимпиадная химия, 10-11 класс»**

Обучающиеся отбираются по результатам участия в олимпиадных и иных конкурсных мероприятиях. Устанавливается следующая иерархия приоритетов для отбора в группу:

1. Победители и призёры заключительного этапа ВсОШ по химии.
2. Победители и призёры регионального этапа ВсОШ по химии.
3. Победители и призёры олимпиад по химии., включённых в перечень Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.
4. Мотивированные рекомендации членов предметно-методической комиссии или жюри регионального этапа ВсОШ по химии в Пермском крае.
5. Участники олимпиад, указанных в п.2 и 3, занявших высокие, но не призовые места.
6. Победители и призёры муниципального этапа ВсОШ по химии.
7. Победители и призёры иных индивидуальных химических конкурсов и турниров регионального или всероссийского уровня.