

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»  
(Новосибирский государственный университет, НГУ)  
**Структурное подразделение Новосибирского государственного университета –  
Специализированный учебно-научный центр Университета (СУНЦ НГУ)**  
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

СОГЛАСОВАНО Заместитель директора по УР  (Петровская О.В. ) 23 ноября 2023 г.	УТВЕРЖДЕНО На заседании ученого совета СУНЦ НГУ Протокол № 48 от 23 ноября 2023 г.	УТВЕРЖДАЮ Директор СУНЦ НГУ  ( Некрасова Л.А. ) 23 ноября 2023 г.
---	--	---

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
курса внеурочной деятельности «Углубленный курс неорганической химии»

Заведующий кафедрой химии  
Барам Светлана Григорьевна, к.х.н.  


Новосибирск 2023

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### *Аннотация программы спецкурса*

Содержание спецкурса охватывает круг вопросов, связанных с классификацией и номенклатурой неорганических и координационных соединений, строением химических веществ, общими закономерностями протекания химических процессов, закономерностями изменения свойств элементов на основе Периодического закона и положения элементов в Периодической системе (ПС), особенностями химии элементов и их соединений.

Основными целями освоения программы спецкурса является развитие у школьников химического мировоззрения, приобретение ими современных представлений о строении веществ и о химическом процессе на основе химической термодинамики и кинетики химических реакций, усвоение основных положений неорганической химии и приобретение навыков использования ПС для усвоения и предсказания химических свойств неорганических соединений.

На занятиях школьники учатся использовать методологию предмета для решения различных конкретных физико-химических и химических задач, опирающихся на справочные данные и на закономерности изменения свойств элементов и их соединений.

Систематическое изложение химии элементов и их соединений происходит на основе длиннопериодного варианта ПС и включает общую характеристику группы, основные сырьевые источники элементов и способы их переработки, лабораторные и промышленные способы получения важнейших соединений элементов, строение основных типов соединений и их физико-химические характеристики, биологическую роль и применение отдельных химических форм существования элементов, химические свойства простых веществ и соединений. Рассмотрение химических свойств соединений элементов проводится по степеням окисления и включает три важнейшие характеристики: кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства, способность к комплексообразованию. Химические свойства соединений элементов рассматриваются на основе закономерностей ПС с привлечением соответствующих термодинамических данных (констант диссоциации кислот и оснований, стандартных электродных потенциалов (в виде диаграмм Латимера), констант комплексообразования).

Программа спецкурса рассчитана на 136 часов (4 часа в неделю в течение учебного года).

### **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

В результате освоения программы спецкурса обучающийся должен:

- иметь представление о фундаменте современной химии (теории химической связи, основанной на квантовохимических закономерностях электронного строения атома; химическом равновесии, основанном на химической термодинамике; химической кинетике, основанной на механизмах и скоростях химических реакций);
- знать классификацию и номенклатуру неорганических и координационных соединений; теоретические основы неорганической химии (состав, строение, методы получения и химические свойства простых веществ и их важнейших соединений);
- уметь применять полученные знания при решении таких задач, как определение электронных конфигураций атомов, структурных формул и геометрии молекул; расчеты из справочных данных термодинамических функций процессов и равновесного состава; вычисление рН и концентраций частиц в растворах кислот, оснований и солей из констант кислотности (основности) и производений

растворимости; нахождение величин ЭДС из справочных данных по электродным потенциалам и др. – в соответствии с программой курса.

- уметь правильно записывать химические уравнения кислотно-основных и окислительно-восстановительных реакций, реакций комплексообразования; производить химические расчеты;
- владеть навыками описания свойств веществ на основе закономерностей, вытекающих из Периодического закона и Периодической системы элементов.

## СОДЕРЖАНИЕ СПЕЦКУРСА

**Тема 1. (6 часов).** Основные понятия химии. Возможные схемы классификации неорганических соединений. Классификация химических реакций по типу переносимых частиц: реакции комплексообразования, окислительно-восстановительные, кислотно-основные и классы веществ, принимающих участие в этих процессах.

**Тема 2. (4 часа).** Бинарные соединения, кислоты, основания, соли, классификация и номенклатура (систематическая IUPAC, традиционная и русская). Структурные формулы молекул.

**Тема 3. (4 часа).** Координационные соединения. Координационные числа и симметрия. Типы лигандов. Строение, изомерия и номенклатура координационных соединений.

**Тема 4. (6 часов).** Тепловые эффекты химических реакций. Термохимические законы. Энтальпия, энтропия и энергия Гиббса. Критерии самопроизвольного протекания процесса.

**Тема 5. (8 часов).** Скорость химических реакций. Факторы, влияющие на скорость химических реакций. Правило Вант-Гоффа и уравнение Аррениуса. Катализ, катализаторы и ингибиторы. Понятие фазы. Реакции гомогенные и гетерогенные, обратимые и необратимые. Химическое равновесие и способы его смещения. Принцип Ле Шателье.

**Тема 6. (4 часа).** Агрегатные состояния вещества. Газы. Законы идеальных газов. Закон Авогадро, молярный объем. Жидкости и ассоциация молекул в них. Твердые тела, зависимость их свойств от типа кристаллической решетки. Аллотропия. Правило фаз и фазовые диаграммы.

**Тема 7. (8 часов).** Растворы (истинные и коллоидные). Способы выражения концентрации растворов (массовая доля, массовый процент, молярность, моляльность и нормальность). Растворение как физико-химический процесс. Гидратация и сольватация. Электролиты и неэлектролиты. Теория электролитической диссоциации. Слабые и сильные электролиты. Степень диссоциации. Факторы, влияющие на растворимость веществ. Тепловые эффекты при растворении.

**Тема 8. (8 часов).** Кислотно-основные равновесия в водных растворах. Протолитическая теория кислот и оснований, сильные и слабые кислоты и основания. Константа диссоциации – характеристика силы электролита. Амфотерные свойства воды. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Шкала pH. Гидролиз солей. Константа гидролиза, степень гидролиза и факторы, ее определяющие.

**Тема 9. (6 часов).** Гетерогенные равновесия в растворах. Произведение растворимости. Расчет констант ионных равновесий в водных растворах с использованием набора табличных величин.

**Тема 10. (6 часов).** Электрохимические процессы. Гальванический элемент. Стандартный электродный потенциал и электрохимический ряд напряжений металлов. Правило Нернста и определение направления окислительно-восстановительной реакции.

**Тема 11. (4 часа).** Химические источники тока, цикл работы свинцового аккумулятора. Топливные элементы. Электролиз растворов и расплавов солей, закон Фарадея.

**Тема 12. (2 часа).** Водород. Изотопы водорода, орто- и пара-водород. Физические и химические свойства. Основные типы образуемых соединений. Способы лабораторного и промышленного получения водорода. Взаимодействие водорода с кислородом.

**Тема 13. (2 часа).** Вода. Строение молекулы. Физические свойства воды. Роль водородных связей. Агрегатные состояния воды. “Тяжелая вода”. Кристаллогидраты и газовые гидраты (клатраты). Химические свойства воды.

**Тема 14. (6 часов).** Кислород. Аллотропия кислорода. Физические и химические свойства. Важнейшие окислительно-восстановительные процессы с участием кислорода. Воздух. Способы лабораторного и промышленного получения кислорода. Пероксиды, надпероксиды и озониды, фториды кислорода и другие его соединения в необычных степенях окисления. Пероксид водорода, способы получения и свойства.

**Тема 15. (8 часов).** Подгруппа галогенов. Закономерности изменения их физических и химических свойств. Способы получения свободных галогенов и галогеноводородов. Ионные, ковалентные галогениды и галогенангидриды. Кислородсодержащие соединения галогенов (оксиды и кислоты), получение и свойства. Межгалогидные соединения.

**Тема 16. (10 часов).** Элементы подгруппы кислорода. Сера, ее химические свойства в сравнении с другими элементами подгруппы. Сероводород и сульфаны, сульфиды и полисульфиды. Оксиды серы, их получение и свойства. Химические основы получения серной кислоты в промышленности. Химические свойства серной и сернистой кислот и их солей. Тиосульфат и тиосоли, тиосерная и тиосернистая кислоты. Дитионит и политионаты. Галогениды и оксогалогениды серы, галогенсульфоновые кислоты.

**Тема 17. (14 часов).** Элементы главной подгруппы V группы Периодической системы. Общая характеристика и закономерности изменения физических и химических свойств. Азот. Аммиак и соли аммония. Гидразин, гидроксилламин и их соли. Нитриды. Азидоводород и азиды. Оксиды азота. Химические свойства азотной, азотистой и азотноватистой кислот. Нитраты и нитриты. Химические основы получения азотной кислоты и аммиака в промышленности. Фосфор и его аллотропные модификации. Фосфорноватистая, фосфористая и фосфорные кислоты, строение и свойства. Соли и тиосоли, эфиры и тиоэфиры фосфорсодержащих кислот. Минеральные удобрения, получение и роль в народном хозяйстве. Краткие сведения о химии мышьяка, сурьмы и висмута.

**Тема 18. (10 часов).** Элементы подгруппы углерода. Закономерности изменения физических и химических свойств. Углерод, его аллотропия. Химические свойства углерода. Карбиды, цианиды, цианаты и тиоцианаты. Карбаматы и ксантогенаты. Оксиды углерода, муравьиная, щавелевая, угольная и тиоугольная кислота и их соли. Кремний и его важнейшие природные соединения. Химические свойства кремния. Силициды и силаны. Цеолиты – неорганические ионообменники. Кремниевые кислоты и их соли. Краткие сведения о химии германия. Олово и свинец – сходства и различия в химических свойствах.

**Тема 19. (6 часов).** Элементы главной подгруппы III группы Периодической системы. Бор, бориды, бораны и карбораны. Борные кислоты, их соли и эфиры, пероксбораты. Алюминий, галлий, индий, таллий, их химические свойства и свойства образуемых соединений. Химическая сущность процесса получения металлического алюминия в промышленности.

**Тема 20. (2 часа).** Общая характеристика элементов главной подгруппы II группы Периодической системы. Химические свойства элементов и типы образуемых

соединений. Жесткость воды и способы ее устранения. Наиболее распространенные соли кальция, их получение и применение.

**Тема 21. (2 часа).** Щелочные металлы. Химические свойства и типы образуемых соединений. Способы получения металлических натрия и калия. Химические основы производства соды и бертолетовой соли.

**Тема 22. (8 часов).** Переходные элементы. Положение в Периодической системе и особенности электронного строения атомов. Железо, его химические свойства и свойства наиболее распространенных и важных его соединений. Химические основы производства чугуна и стали. Коррозия металлов и способы борьбы с ней. Марганец и хром, свойства их соединений с различной степенью окисления. Пероксохроматы.

**Тема 23. (4 часа).** Металлы побочных подгрупп I и II групп. Физические и химические свойства. Стехиометрия образуемых соединений, степени окисления и координационные числа.

## ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов	Воспитательный компонент
Раздел 1. Общая химия			
1.1.	Основные понятия химии. Возможные схемы классификации неорганических соединений и химических реакций	6	Развитие компетенций молодежи (креативное мышление, коммуникативные умения, профессиональные траектории).  Воспитание готовности у обучающихся руководствоваться системой позитивных ценностных ориентаций и расширение опыта познавательной деятельности.  Вовлечение обучающихся в проектную и исследовательскую деятельность.
1.2.	Классификация и номенклатура бинарных соединений, кислот, оснований, солей	4	
1.3.	Координационные соединения	4	
1.4.	Основы химической термодинамики. Критерии самопроизвольного протекания процесса	6	
1.5.	Основы химической кинетики. Химическое равновесие	8	
1.6.	Агрегатные состояния вещества. Правило фаз и фазовые диаграммы	4	
1.7.	Основы физикохимии растворов. Теория электролитической диссоциации	8	
1.8.	Кислотно-основные равновесия в водных растворах. Гидролиз солей	8	
1.9.	Гетерогенные равновесия в растворах. Расчет констант ионных равновесий	6	
1.10.	Электрохимические процессы. Гальванические элементы и определение направления окислительно-восстановительной реакции	6	
1.11.	Химические источники тока. Электролиз	4	
Итого по разделу		64	
Раздел 2. Неорганическая химия			
2.1.	Водород. Физические и химические свойства, способы получения	2	Привлечение внимания обучающихся к

2.2.	Вода. Физические свойства воды, роль водородных связей. Химические свойства воды, кристаллогидраты и газовые гидраты (клатраты).	2	ценностному аспекту изучения химии и химических явлений, инициирование обсуждений, высказываний собственного мнения, выработка личностного отношения к природным явлениям.
2.3.	Кислород, оксиды и пероксиды. Надпероксиды, озониды, фториды кислорода и другие его соединения в необычных степенях окисления.	6	
2.4.	Подгруппа галогенов. Ионные, ковалентные галогениды и галогенангидриды	8	
2.5.	Элементы подгруппы кислорода. Сера, ее химические свойства в сравнении с другими элементами подгруппы. Сульфаны, полисульфиды, тиокислоты и тиосоли, дитионит и политионаты. Галогениды и оксогалогениды серы, галогенсульфоновые кислоты. Краткие сведения о химии селена, теллура и полония.	10	Приобщение обучающихся к ценностям научного познания, их готовность к саморазвитию, самостоятельности, умению выявлять проблемы
2.6.	Элементы 15 группы ПС. Общая характеристика и закономерности изменения физических и химических свойств. Азот, разнообразие его соединений с водородом и кислородом. Азотсодержащие кислоты и соли. Фосфор и его аллотропные модификации. Фосфорсодержащие кислоты, соли и эфиры, строение и свойства. Минеральные удобрения, получение и роль в народном хозяйстве. Краткие сведения о химии мышьяка, сурьмы и висмута.	14	
2.7.	Элементы подгруппы углерода. Закономерности изменения физических и химических свойств. Карбиды, цианиды, цианаты и тиоцианаты, карбаматы и ксантогенаты. Оксиды углерода, муравьиная, щавелевая, угольная и тиоугольная кислота и их соли. Кремний и его важнейшие природные соединения. Силициды и силаны, кремниевые кислоты и их соли. Краткие сведения о химии германия. Олово и свинец – сходства и различия в химических свойствах.	10	
2.8.	Элементы 13 группы ПС. Бор, бориды, бораны и карбораны. Борные кислоты, их соли и эфиры, пероксобораты. Алюминий, галлий, индий, таллий, их химические свойства и свойства образуемых соединений. Химическая сущность процесса получения металлического алюминия в промышленности.	6	

2.9.	Общая характеристика элементов 2 группы ПС. Свойства элементов и образуемых соединений. Жесткость воды и способы ее устранения.	2	
2.10.	Щелочные металлы. Способы получения металлических натрия и калия. Химические основы производства соды и бертолетовой соли.	2	
2.11.	Переходные элементы. Положение в ПС и особенности электронного строения атомов. Железо, марганец и хром, свойства их соединений с различной степенью окисления. Химические основы производства чугуна и стали. Коррозия металлов и способы борьбы с ней.	8	
2.12.	Металлы 11 и 12 групп ПС. Физические и химические свойства. Стехиометрия образуемых соединений, степени окисления и координационные числа.	4	
Итого по разделу		72	
Всего		136	

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА****а) Основная литература:**

1. Химия. Справочные материалы / Под ред. Ю.Д.Третьякова.- М.: Просвещение, 1994.
2. Емельянов В.А. Общая химия. Классификация и номенклатура неорганических соединений.- Новосибирск: Изд-во НГУ, 2002.
3. Лидин Р.А. Справочник по общей и неорганической химии.- М.: КолосС, 2008.
4. Третьяков Ю.Д., Мартыненко Л.И., Григорьев А.Н., Цивадзе А.Ю. Неорганическая химия. Химия элементов (в двух томах).- М.: Изд-во МГУ; ИКЦ «Академкнига», 2007.
5. Физическая химия-2. Учебно-методическое пособие / Л. Ф. Крылова, Г. А. Костин, Г. И. Шамовская. Новосибирск: НГУ, 2013.

**б) Дополнительная литература:**

1. Коттон Ф., Уилкинсон Дж. Современная неорганическая химия.- М.: Мир, 1969.
2. Лидин Р.А., Молочко В.А., Андреева Л.Л., Цветков А.А. Основы номенклатуры неорганических веществ.- М.: Химия, 1983.
3. Лидин Р.А., Молочко В.А., Андреева Л.Л. Химические свойства неорганических веществ.- М.: Химия, 1997.
4. Шрайвер Д., Эткинс П. Неорганическая химия (В двух томах).- М.: Мир, 2004.
5. Хаускрофт К., Констебл Э. Современный курс общей химии (В двух томах).- М.: Мир, 2002.
6. Гринвуд Н., Эрншо А. Химия элементов (В двух томах).- М.: Бином, 2008.
7. Турова Н.Я. Таблицы-схемы по неорганической химии.- М.: МЦНМО, 2009.

**в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

1. Интернет-представительство факультета естественных наук НГУ (Методические пособия) – <http://fen.nsu.ru/fen.phtml?topic=meth>
2. Интернет-представительство кафедры общей химии ФЕН НГУ: [www.fen.nsu.ru/genchem](http://www.fen.nsu.ru/genchem)
3. Электронная библиотека учебных материалов по химии химического факультета МГУ: <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary>
4. Портал тестирования ММЦ НГУ: <http://mmc2.nsu.ru>
5. Интернет-портал фундаментального химического образования России: [www.chem.msu.ru](http://www.chem.msu.ru)
6. Химический интернет-портал: [www.chemport.ru](http://www.chemport.ru)
7. Научно-популярный портал: [www.elementy.ru](http://www.elementy.ru)