

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего профессионального образования**  
**«Томский государственный педагогический университет»**  
**(ТГПУ)**

Ректор  УТВЕРЖДАЮ  
В.В. Обухов  
«28»  2014 г.



**ПРОГРАММА**

**вступительных испытаний в аспирантуру**  
**по направлению подготовки:**  
**04.06.01 Химические науки**

**профиль: 02.00.01 Неорганическая химия**

**(квалификация – Исследователь. Преподаватель-исследователь)**

## Пояснительная записка

Программа вступительного испытания в аспирантуру по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки, профиль: 02.00.01 Неорганическая химия составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки магистров: 020100 Химия

Вступительные испытания проводятся в форме экзамена, цель которого выявить способности и готовность абитуриента к обучению по образовательным программам аспирантуры.

Ответ абитуриента оценивается по пятибалльной системе.

### Критерии оценки ответа абитуриента

**5 - «Отлично»:** Абитуриент демонстрирует высокий уровень владения теоретическими знаниями: закономерностями изменения свойств простых веществ и соединений в группах и периодах периодической системы элементов Д.И. Менделеева, основными направлениями и проблемами развития неорганической химии. В своем ответе он проявляет умение доказательно объяснять физико-химические свойства простых веществ и соединений элементов, методы их получения; владеет навыком выявлять причинно-следственные и межпредметные связи. Абитуриент обнаруживает умение критично относиться к научной информации, доказательно формулировать свое мнение, логично строить ответы на вопросы, используя общенаучную и профессиональную терминологию. При ответе на вопросы абитуриент не испытывает затруднения.

**4 - «Хорошо»:** Абитуриент демонстрирует достаточно высокий уровень владения теоретическими знаниями: закономерностями изменения свойств простых веществ и соединений в группах и периодах периодической системы элементов Д.И. Менделеева, основными направлениями и проблемами развития неорганической химии. В своем ответе он проявляет умение доказательно объяснять физико-химические свойства простых веществ и соединений элементов, методы их получения; владеет навыком выявлять причинно-следственные и межпредметные связи, однако допускает некоторые неточности и незначительные ошибки. В целом абитуриент демонстрирует умение доказательно формулировать и логично строить ответы на вопросы, используя общенаучную и профессиональную терминологию.

**3 - «Удовлетворительно»:** Абитуриент знает основной материал, но испытывает трудности в его изложении; ориентируется в вопросах с помощью дополнительных уточнений. Испытывает трудности в объяснении причинно-следственных связей. Допускает ошибки в ответах на вопросы и не всегда логично их выстраивает, при этом слабо прослеживаются межпредметные связи. Абитуриент испытывает трудности в высказывании собственного мнения относительно дискуссионных вопросов.

**2 - «Неудовлетворительно»:** Абитуриентом не усвоена большая часть материала, имеются лишь отрывочные представления, не прослеживаются межпредметные связи. При ответе на вопросы абитуриент допускает грубые ошибки в изложении фактического материала, не проявляет способности доказательно его объяснять; отсутствует умение критично относиться к научной информации, а также собственная позиция относительно проблемных вопросов. Абитуриент не владеет общенаучной и профессиональной терминологией, испытывает значительные затруднения в ответах на уточняющие и дополнительные вопросы членов комиссии.

## Содержание специальной дисциплины, соответствующей профилю направления подготовки

### 1. p-Элементы

**Элементы 17-й группы.** Общая характеристика атомов элементов. Характерные степени окисления. Строение двухатомных молекул. Изменение химической активности в ряду двухатомных молекул галогенов. Влияние межмолекулярного взаимодействия на агрегатное состояние галогенов. **Фтор.** Распространенность в природе. Простое вещество. Получение, физико-химические свойства. Соединения фтора (-1). Фтороводород и фтороводородная (плавиковая) кислота. Получение и физико-химические свойства. Фториды и гидрофториды. Применение фтора и его соединений. **Хлор.** Распространенность в природе. Простое вещество. Получение хлора в промышленности и в лаборатории. Физико-химические свойства. Реакции диспропорционирования. Соединения хлора (-1). Хлороводород и хлороводородная (соляная) кислота. Получение в промышленности и в лаборатории. Физико-химические свойства. Соединения хлора (I). Хлорноватистая кислота. Получение и физико-химические свойства. Жавелевая вода. Окислительные свойства соединений хлора (I). Хлорная известь. Получение и химические свойства. Соединения хлора (III). Хлористая кислота. Хлориты. Соединения хлора (V). Хлорноватая кислота. Хлораты. Бертолетова соль. Получение и химические свойства. Соединения хлора (VII). Хлорная кислота. Перхлораты. Получение. Физико-химические свойства. Изменение кислотных и окислительных свойств в ряду кислородсодержащих кислот хлора и окислительных свойств в ряду  $\text{ClO}^- - \text{ClO}_2^- - \text{ClO}_3^- - \text{ClO}_4^-$ . Применение хлора и его соединений. **Бром, иод, астат.** Распространенность в природе. Простые вещества. Получение в промышленности и в лаборатории. Физико-химические свойства. Соединения брома, иода, астата (-1). Галогеноводороды и их водные растворы. Способы получения галогеноводородов. Физико-химические свойства. Закономерности изменения свойств в ряду галогеноводородов и их водных растворов. Соединения брома (I), иода (I). Соединения брома (V), иода (V). Соединения брома (VII), иода (VII). Применение простых веществ и соединений элементов подгруппы брома. Биологическая роль p-элементов VII группы.

**Элементы 16-й группы.** Общая характеристика атомов элементов и простых веществ. Характерные степени окисления. **Кислород.** Строение молекулы кислорода с позиций методов ВС и МО. Порядок, длина и энергия связи молекулы  $\text{O}_2$  и ионов  $\text{O}_2^+$ ,  $\text{O}_2^-$ ,  $\text{O}_2^{2-}$ . Получение кислорода в лаборатории и промышленности. Физико-химические свойства кислорода. Соединения кислорода. Закономерности изменения свойств оксидов, гидроксидов и кислородсодержащих кислот по периодам и группам ПС. Вода. Строение молекулы воды с позиций методов ВС и МО. Физико-химические свойства воды. Пероксиды. Пероксид водорода. Строение молекулы. Получение и физико-химические свойства. Окислительно-восстановительная двойственность пероксида водорода. Реакция диспропорционирования. Озон. Строение молекулы. Получение и физико-химические свойства. Озоновый слой. Применение кислорода, озона, пероксидов. **Сера.** Характерные степени окисления. Нахождение в природе. Простое вещество. Аллотропные модификации серы. Получение серы. Физико-химические свойства. Соединения серы (-2). Сероводород. Строение молекулы. Получение. Физико-химические свойства. Восстановительные свойства сероводорода. Сульфиды. Соединения серы (IV). Оксид серы (IV). Строение молекулы. Получение и физико-химические свойства. Сульфиты. Окислительно-восстановительная двойственность соединений серы (IV). Соединения серы (VI). Оксид серы (VI). Строение молекулы. Получение и физико-химические свойства. Серная кислота.

Строение молекулы. Получение серной кислоты в промышленности. Физико-химические свойства серной кислоты. Олеум. Физико-химические свойства. Взаимодействие серной кислоты с металлами. Влияние концентрации кислоты и активности металла на степень восстановления серной кислоты. Сульфаты. Применение серы и ее соединений. Биологическая роль соединений серы. Токсичность соединений серы. **Селен, теллур, полоний.** Нахождение в природе. Простые вещества. Получение. Физико-химические свойства. Соединения селена (-2), теллура (-2), полония (-2). Получение и физико-химические свойства. Соединения Se(IV), Te(IV), Po(IV). Оксиды. Селенистая кислота. Получение и физико-химические свойства. Соединения Se(VI), Te(VI), Po(VI). Оксиды Se(VI), Te(VI). Селеновая кислота и теллуровая кислоты. Сравнение свойств серной, селеновой и теллуровой кислот и их солей. Применение селена, теллура и полония и их соединений. Биологическая роль соединений селена.

**Элементы 15-й группы.** Общая характеристика атомов элементов и простых веществ. Характерные степени окисления. **Азот.** Строение молекулы азота (методы МО и ВС). Распространенность в природе. Простое вещество. Получение азота в промышленности и в лаборатории. Физико-химические свойства азота. Соединения азота (-3). Аммиак. Строение молекулы. Получение аммиака в промышленности и в лаборатории. Физико-химические свойства. Реакции присоединения, окисления и восстановления. Гидрат аммиака. Соли аммония, их получение и свойства. Термическая устойчивость солей аммония. Гидролиз солей аммония. Соединения азота (III). Оксид, азотистая кислота. Строение молекул. Получение. Физико-химические свойства. Окислительно-восстановительные свойства соединений азота (III). Соединения азота (V). Оксид азота (V). Строение молекулы. Получение. Физико-химические свойства. Азотная кислота. Строение молекулы. Получение в промышленности и лаборатории. Физико-химические свойства. Взаимодействие металлов и неметаллов с азотной кислотой. Влияние активности металла и концентрации кислоты на степень восстановления азотной кислоты. Царская водка. Нитраты. Термическое разложение нитратов. Азид водорода. Оксид азота (веселящий газ). Оксиды азота (II) и (IV). Строение молекул. Получение и физико-химические свойства. Применение азота и его соединений. Биологическая роль азота. **Фосфор.** Распространенность в природе. Простое вещество. Аллотропные модификации. Получение фосфора в промышленности. Физико-химические свойства. Соединения фосфора (-3). Водородные соединения фосфора. Получение. Физико-химические свойства. Соединения фосфора (I). Фосфорноватистая (фосфиновая) кислота. Строение молекулы. Получение. Физико-химические свойства. Соединения фосфора (III). Оксид фосфора (III). Строение молекулы. Физико-химические свойства. Фосфористая (фосфоновая) кислота. Строение молекулы. Получение. Физико-химические свойства. Соединения фосфора (V). Оксид фосфора (V). Строение молекулы. Получение. Физико-химические свойства. Орто-, метафосфорная и дифосфорная кислоты. Строение молекул. Получение в промышленности ортофосфорной кислоты. Физико-химические свойства. Сравнение кислотных, окислительно-восстановительных свойств и термической устойчивости кислородсодержащих кислот фосфора (I), (III), (V). Фосфорные удобрения. Применение фосфора и его соединений. Биологическая роль соединений фосфора. **Мышьяк, сурьма, висмут.** Распространенность в природе. Простые вещества. Получение. Физико-химические свойства. Соединения мышьяка, сурьмы и висмута (-3). Гидриды. Получение. Физико-химические свойства. Сопоставление свойств водородных соединений азота, фосфора, мышьяка, сурьмы и висмута. Соединения мышьяка (III), сурьмы (III), висмута (III). Получение. Физико-химические свойства. Мышьяковистая кислота и арсениты. Соединения мышьяка (V), сурьмы (V), висмута (V). Оксиды. Мышьяковая кислота и арсенаты. Применение мышьяка, сурьмы, висмута и их соединений. Токсическое действие

соединений мышьяка.

**Элементы 14-й группы.** Общая характеристика атомов элементов. Характерные степени окисления. **Углерод.** Аллотропные модификации. Распространенность в природе. Химические свойства углерода. Карбиды. Получение и физико-химические свойства. Соединения углерода (IV). Углекислый газ. Строение молекулы. Получение и физико-химические свойства. Карбонаты, их свойства. Соединения углерода (II). Оксид углерода (II). Строение молекулы (методы МО и ВС). Получение и физико-химические свойства. Цианид водорода, циановодородная кислота (синильная кислота). Получение и физико-химические свойства. Применение простых веществ и соединений углерода. **Кремний.** Нахождение в природе. Получение и физико-химические свойства кремния. Карбид кремния. Кислородные соединения кремния. Оксид кремния (IV). Кремниевые кислоты. Свойства кремниевых кислот. Оксид кремния (II), получение и свойства. Применение кремния и его соединений. **Германий, олово, свинец.** Распространенность в природе. Простые вещества. Получение и физико-химические свойства. Амфотерные свойства олова и свинца. Соединения германия (II), олова (II) и свинца (II). Изменение кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений со степенью окисления +2. Соединения германия (IV), олова (IV) и свинца (IV). Изменение кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений со степенью окисления +4. Применение германия, олова, свинца и их соединений. Биологическая роль элементов 14-й группы.

**Элементы 13-й группы.** Общая характеристика атомов элементов. **Бор.** Нахождение в природе. Модификации бора. Получение бора. Физико-химические свойства. Бинарные соединения бора. Оксид, галогениды бора. Гидриды бора. Номенклатура. Диборан. Строение молекулы. Получение и свойства диборана. Борные кислоты, их соли. Применение бора и его соединений. **Алюминий.** Нахождение в природе. Получение алюминия в промышленности. Физические и химические свойства алюминия. Сплавы алюминия. Оксид алюминия (III). Гидроксид алюминия. Получение, свойства. Сульфид, нитрид, галогениды, гидрид алюминия. Применение алюминия и его соединений алюминия. **Галлий, индий, таллий.** Нахождение в природе. Получение. Физические и химические свойства галлия, индия, таллия. Изменение устойчивости соединений, содержащих галлий, индий, таллий в степени окисления +1 и +3. Соединения галлия, индия, таллия (III). Оксиды и гидроксиды. Соединения галлия, индия, таллия (I). Применение галлия, индия, таллия и их соединений. Токсичность таллия и его соединений.

**Элементы 18-й группы.** Особенности электронного строения атомов инертных газов. Неустойчивость двухатомных молекул инертных газов (на примере гелия, метод МО). Физические свойства инертных газов. Нахождение инертных газов в природе, способы разделения их смесей. Дифторид, тетрафторид, гексафторид ксенона. Триоксид ксенона. Окислительные свойства фторидных и кислородных соединений ксенона. Фторидные соединения радона и криптона. Применение инертных газов.

## 2. s-Элементы

**Элементы 1-й группы. Водород.** Степени окисления, характерные для водорода. Уникальность строения атома водорода. Общность свойств водорода и галогенов, водорода и щелочных металлов. Изотопы водорода: протий, дейтерий и тритий. Нахождение водорода в природе. Образование трития в атмосфере. Размеры атома и ионов. Получение водорода в промышленности и лаборатории. Физические и химические свойства. Техника безопасности при работе с водородом. Применение водорода. Гидриды. Гидриды с ковалентным, ионным типами связей. Растворимость водорода в металлах.

Получение, физические и химические свойства гидридов. Закономерности изменения физических и химических свойств гидридов в группах ПС. Применение водорода и гидридов. **Щелочные металлы.** Общая характеристика атомов элементов. Нахождение в природе. Получение. Физические и химические свойства. Бинарные соединения. Галогениды, оксиды, сульфиды, нитриды, карбиды, гидриды. Получение и свойства. Гидроксиды. Получение, физико-химические свойства. Свойства, получение солей. Калийные удобрения. Надпероксиды и озониды. Получение и свойства. Применение щелочных металлов и их соединений. Биологическая роль ионов натрия и калия.

**Элементы 2-й группы.** Общая характеристика атомов элементов. **Бериллий.** Влияние особенностей строения атома бериллия на свойства его соединений. Распространенность бериллия в природе. Получение и физико-химические свойства бериллия. Соединения бериллия. Оксид и гидроксид бериллия. Получение и свойства. Амфотерность бериллия и его соединений. Применение бериллия и его соединений. Токсичность бериллия и его соединений. **Магний.** Нахождение магния в природе. Получение магния. Физические и химические свойства магния. Оксид и гидроксид магния. Соли магния. Применение магния и его соединений. Диагональное сходство свойств соединений магния и лития. **Щелочноземельные металлы.** Нахождение в природе. Получение металлов. Физические и химические свойства. Оксиды, гидроксиды. Галогениды, сульфиды, нитриды, ацетилениды, гидриды щелочных металлов. Жесткость воды (временная, постоянная). Устранение жесткости воды. Стронций-90. Радий. Применение щелочноземельных металлов и их соединений. Биологическая роль ЩЗЭ. Токсичность соединений стронция и бария.

### 3. d-Элементы

**Элементы 3-й группы.** Общая характеристика атомов элементов. Простые вещества. Получение: металлотермия, электролиз расплавов солей. Физико-химические свойства. Соединения Э (III). Оксиды, гидроксиды. Применение простых веществ и их соединений.

**Элементы 4-й группы.** Общая характеристика атомов элементов. Характерные степени окисления. Распространенность в природе. Простые вещества. Получение и физико-химические свойства. Оксиды и гидраты оксидов Э (IV). Изменение кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств оксидов и гидроксидов в ряду титан - гафний. Получение и свойства соединений титана (III). Применение титана, циркония, гафния и их соединений.

**Элементы 5-й группы.** Общая характеристика атомов элементов. Характерные степени окисления. Нахождение в природе. Получение ванадия, ниобия и тантала. Физические и химические свойства. Соединения элементов пятой группы. Соединения ванадия (V), ниобия (V) и тантала (V). Получение, свойства. Соединения ванадия (II), (III), (IV). Изменение кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств в рядах однотипных соединений ванадия, ниобия и тантала. Изменение кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений ванадия с различной степенью окисления. Металлоорганические соединения.

**Элементы 6-й группы.** Общая характеристика атомов элементов. Характерные степени окисления. Нахождение в природе. Металлические хром, молибден, вольфрам. Получение. Физические и химические свойства. Соединения хрома (II). Оксид, гидроксид, соли. Получение, свойства. Восстановительные свойства соединений хрома (II). Соединения хрома (III). Оксид, гидроксид, соли. Получение, химические свойства. Амфотерные свойства оксида и гидроксида хрома (III). Оксиды хрома, молибдена и вольфрама (IV). Кислородные соединения хрома, молибдена, вольфрама (VI). Оксид хрома

(VI), получение, свойства. Хромат, ди-, три- и тетраchromаты. Получение, свойства. Оксиды молибдена и вольфрама (VI), получение, свойства. Сопоставление кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений хрома (II), (III), (VI). Применение хрома, молибдена и вольфрама. Биологическая роль молибдена. Токсичность соединений хрома.

**Элементы 7-й группы.** Общая характеристика атомов элементов. Характерные степени окисления. Нахождение в природе. Получение и физико-химические свойства марганца, технеция и рения. Марганец (II) и (III). Оксиды, гидроксиды, их получение, свойства. Соединения марганца (IV). Оксид марганца (IV), получение, свойства. Окислительно-восстановительная двойственность марганца (IV). Соединения марганца (VI). Соединения Mn (VII) Tc (VII), Re (VII). Марганцовая кислота, перманганаты. Получение, свойства. Окислительно-восстановительные реакции с участием соединений марганца (VII) и (VI). Влияние pH на окислительно-восстановительные свойства марганца (VII). Применение марганца, технеция, рения и их соединений.

**Элементы 8-10-й групп. Триада железа.** Общая характеристика атомов триады железа. Характерные степени окисления. Нахождение в природе. Получение. Чугун, сталь. Физические и химические свойства металлических железа, кобальта и никеля. Соединения железа (II), кобальта (II), никеля (II). Оксиды, гидроксиды, соли. Получение и свойства. Соединения железа (III), кобальта (III), никеля (III). Оксиды, соли. Гидролиз солей. Соединения железа (IV) и (VI). Изменение кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений железа (II), (III), (VI). Комплексные соединения железа, кобальта, никеля. Роль железа в биологических процессах. Применение железа, никеля, кобальта и их соединений. **Платиновые металлы.** Общая характеристика платиновых элементов. Характерные степени окисления. Физические и химические свойства металлов. Изменение свойств соединений платиновых металлов при переходе от низшей к высшей степени окисления элемента. Соединения рутения (VIII) и осмия (VIII). Соединения родия (III) и иридия (III). Соединения палладия (II), платины (II) и (IV). Применение платиновых элементов и их соединений.

**Элементы 11-й группы.** Общая характеристика атомов. Характерные степени окисления. Нахождение в природе. Получение меди, серебра и золота. Физические и химические свойства металлических меди, серебра, золота. Соединения меди (II) и (I). Оксиды, гидроксиды, соли. Получение, свойства. Комплексные соединения меди. Соединения серебра (I). Оксид, соли. Получение, свойства. Комплексные соединения серебра. Соединения золота (I) и (III). Оксиды, соли. Получение, свойства. Комплексные соединения золота. Применение меди, серебра и золота и их соединений. Биологическая роль меди.

**Элементы 12-й группы.** Общая характеристика атомов. Характерные степени окисления. Нахождение в природе. Получение. Физические и химические свойства цинка, кадмия, ртути. Амальгамы. Соединения цинка (II), кадмия (II), ртути (II). Оксиды, гидроксиды, соли. Получение, свойства. Амфотерность цинка и его соединений. Комплексные соединения цинка (II), кадмия (II), ртути (II). Соединения ртути (I). Получение и свойства. Применение цинка, кадмия, ртути и их соединений. Металлоорганические соединения. Биологическая роль цинка. Токсичность соединений кадмия и ртути.

#### 4. f-Элементы

**Лантаноиды и актиноиды.** Семейство лантаноидов. Общая характеристика атомов. Характерные степени окисления. Нахождение в природе. Простые вещества. Получение, физико-химические свойства. Соединения Э (III). Оксиды, гидроксиды, соли.

Соединения Э (II). Соединения Э (IV). Применение лантаноидов и их соединений. Семейство актиноидов. Характерные степени окисления. Простые вещества. Получение, физико-химические свойства. Соединения тория, урана и плутония. Получение и физико-химические свойства. Применение актиноидов.

### Перечень вопросов для вступительных испытаний

#### 1. p-Элементы

1. Общая характеристика свойств атомов и элементов 17-й группы Периодической системы.
2. Фтор. Нахождение в природе. Простое вещество. Получение. Физико-химические свойства. Соединения фтора. Фтороводород. Плавиковая кислота. Применение фтора и его соединений.
3. Хлор. Нахождение в природе. Простое вещество. Лабораторные и промышленные методы получения. Физико-химические свойства хлора. Применение хлора и его соединений.
4. Соединения хлора (-1). Хлороводород и хлороводородная кислота. Получение и физико-химические свойства.
5. Кислородсодержащие соединения хлора (I), (III). Строение молекул. Получение. Физико-химические свойства.
6. Кислородсодержащие соединения хлора (V), (VII). Строение молекул. Получение. Физико-химические свойства.
7. Закономерности изменения кислотных и окислительно-восстановительных свойств в ряду кислородсодержащих кислот хлора.
8. Подгруппа брома. Нахождение в природе. Простые вещества. Получение, физико-химические свойства. Галогеноводороды. Получение, физико-химические свойства.
9. Кислородсодержащие соединения брома. Получение, физико-химические свойства. Изменение кислотных и окислительных свойств в ряду кислородсодержащих кислот. Применение брома и его соединений.
10. Кислородсодержащие соединения йода. Получение, физико-химические свойства. Изменение кислотных и окислительных свойств в ряду кислородсодержащих кислот. Применение йода и его соединений.
11. Общая характеристика свойств атомов и элементов 16-й группы Периодической системы.
12. Кислород. Строение молекулы (O<sub>2</sub>). Нахождение в природе. Простое вещество. Получение. Физико-химические свойства. Оксиды. Получение, физико-химические свойства. Применение кислорода.
13. Вода. Строение молекулы. Водородная связь. Физико-химические свойства воды.
14. Озон. Строение молекулы. Получение, физико-химические свойства озона. Применение озона.
15. Соединения пероксидного типа. Пероксид водорода. Строение молекулы. Получение, физико-химические свойства. Окислительно-восстановительные свойства пероксида водорода. Пероксиды металлов.
16. Сера. Нахождение в природе. Простое вещество. Модификации серы. Получение. Физико-химические свойства.
17. Сероводород, полисульфаны, сульфиды и полисульфиды. Получение. Физико-химические свойства. Применение серы и ее соединений.
18. Соединения серы (IV). Диоксид серы. Строение молекулы. Получение. Физико-химические свойства. Окислительно-восстановительная двойственность соединений серы (IV). Сульфиты.



19. Соединения серы (VI). Триоксид серы. Строение молекулы. Получение, физико-химические свойства. Серная кислота. Строение молекулы. Получение, физико-химические свойства. Окислительные свойства серной кислоты. Применение соединений серы (VI).
20. Соединения серы (VI). Тиосульфат водорода и его соединения. Строение молекул. Получение, физико-химические свойства, применение.
21. Селен. Нахождение в природе. Модификации селена. Получение. Физико-химические свойства. Соединения Se (-2), (IV) и (VI). Оксиды, селенистая и селеновая кислоты. Получение. Физико-химические свойства. Применение селена и его соединений.
22. Теллур. Нахождение в природе. Получение, физико-химические свойства. Соединения Te(IV) и Te(VI). Оксиды и кислоты. Строение молекул. Получение, физико-химические свойства. Применение теллура и его соединений.
23. Полоний. Получение, физико-химические свойства. Соединения полония. Применение полония.
24. Общая характеристика свойств атомов и элементов 15-й группы Периодической системы.
25. Азот. Строение молекулы (методы ВС и МО). Нахождение в природе. Получение. Физико-химические свойства. Применение азота.
26. Соединения со степенью окисления азота (-3). Аммиак. Строение молекулы. Получение. Физико-химические свойства. Применение аммиака.
27. Оксиды азота (II), (III), (IV), (V). Строение молекул. Получение. Физико-химические свойства. Применение оксидов азота.
28. Соединения азота (III). Оксид, азотистая кислота, нитриты. Строение молекул. Получение, физико-химические свойства. Окислительно-восстановительные свойства соединений азота (III). Применение соединений азота (III).
29. Соединения азота (V). Оксид азота (V). Азотная кислота, нитраты. Строение молекул. Лабораторные и промышленные способы получения. Физико-химические свойства. Свойства нитратов. Царская водка. Применение азотной кислоты и нитратов.
30. Азидоводород и азидоводородная кислота. Получение, физико-химические свойства, применение.
31. Фосфор. Нахождение в природе. Модификации фосфора. Получение, физико-химические свойства. Соединения фосфора. Фосфин, получение, физико-химические свойства.
32. Соединения фосфора (I), (III). Оксид фосфора (III). Фосфорноватистая и фосфористая кислоты и их соли. Строение молекул. Получение, физико-химические свойства, применение.
33. Соединения фосфора (V). Оксид. Мета- и ортофосфорная кислоты и их соли. Строение молекул. Получение, физико-химические свойства, применение.
34. Фосфорные удобрения. Получение и применение.
35. Мышьяк. Нахождение в природе. Получение. Физико-химические свойства. Арсин. Применение мышьяка и его соединений.
36. Соединения As (III), (V). Оксиды, галогениды и сульфиды. Мышьяковистая и мышьяковая кислоты и их соли. Получение. Физико-химические свойства.
37. Сурьма. Нахождение в природе. Получение, физико-химические свойства. Применение сурьмы и ее соединений.
38. Соединения Sb (III), Sb (V). Оксиды, сульфиды, галогениды, стибин. Получение, физико-химические свойства.
39. Висмут. Нахождение в природе. Получение, физико-химические свойства.
40. Соединения Bi (III). Оксид, гидроксид, галогениды, сульфид. Окислительные свойства соединений Bi (V). Применение висмута и его соединений.

41. Общая характеристика свойств атомов и элементов 14-й группы Периодической системы.
42. Углерод. Простые вещества. Алмаз, графит, карбин, фуллерены. Физико-химические свойства углерода. Применение углерода.
43. Соединения углерода с отрицательной степенью окисления. Карбиды. Получение, физико-химические свойства. Применение карбидов.
44. Соединения углерода (II). Оксид углерода (II). Строение молекулы. Получение, физико-химические свойства, применение.
45. Соединения углерода (IV). Диоксид, дисульфид углерода, фосген. Получение, физико-химические свойства, применение.
46. Соединения углерода (IV). Карбонаты, тиокарбонаты, цианамид, цианат водорода, цианаты, тиоцианаты, мочевины. Получение, физико-химические свойства, применение.
47. Кремний. Распространённость в природе. Простое вещество. Получение, физико-химические свойства.
48. Соединения кремния. Силаны. Диоксид кремния. Кремниевые кислоты. Получение, физико-химические свойства.
49. Стекло. Применение кремния и его соединений.
50. Германий. Нахождение в природе. Получение. Физико-химические свойства. Применение германия и его соединений.
51. Соединения Ge (II), (IV). Оксиды, галогениды, сульфиды. Получение. Физико-химические свойства.
52. Олово. Нахождение в природе. Получение. Физико-химические свойства. Применение олова и его соединений.
53. Соединения олова (II) и (IV). Оксиды, галогениды, сульфиды. Получение. Физико-химические свойства.
54. Свинец. Нахождение в природе. Получение, физико-химические свойства. Применение свинца и его соединений.
55. Соединения свинца (II) и (IV). Получение, физико-химические свойства. Окислительные свойства Pb (IV). Сурик.
56. Общая характеристика свойств атомов и элементов 13-й группы Периодической системы.
57. Бор. Нахождение в природе. Получение, физико-химические свойства. Применение бора и его соединений.
58. Бинарные соединения бора: оксид, сульфид, нитрид, галогениды, бораны. Получение, физико-химические свойства.
59. Соединения бора. Оксид бора (III). Оксобораты водорода ( $\text{HBO}_2$ ,  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ) и их соли. Получение, физико-химические свойства, применение.
60. Алюминий. Нахождение в природе. Получение и физико-химические свойства.
61. Соединения алюминия (III). Оксид, гидроксид, галогениды, гидрид, нитрид. Получение, физико-химические свойства. Применение алюминия и его соединений.
62. Галлий. Нахождение в природе. Получение, физико-химические свойства. Соединения Ga (III). Оксид, гидроксид, галогениды, нитрид, сульфид. Получение, физико-химические свойства. Применение галлия и его соединений.
63. Индий. Нахождение в природе. Получение. Физико-химические свойства. Соединения индия (III). Оксид, гидроксид, галогениды, нитрид, сульфид. Получение. Физико-химические свойства. Применение индия и его соединений.
64. Таллий. Нахождение в природе. Получение. Физико-химические свойства. Соединения таллия (I) и (III). Оксиды, гидроксиды, галогениды, сульфиды. Применение таллия и его соединений. Токсичность соединений таллия.
65. Элементы 18-й группы. Гелий, неон, аргон. Подгруппа криптона. Получение. Физико-

химические свойства. Соединения криптона, ксенона и радона. Применение.

## 2. s-Элементы

1. Водород. Изотопы водорода: протий, дейтерий и тритий. Распространенность водорода и формы его нахождения в природе. Валентные состояния водорода. Молекулярный водород, физические и химические свойства. Лабораторные и промышленные способы получения водорода. Применение водорода.
2. Соединения водорода с металлами и неметаллами. Гидриды с ковалентными, ионными и промежуточными типами связей. Растворимость водорода в металлах. Получение и физико-химические свойства гидридов. Применение гидридов.
3. Общая характеристика атомов и элементов 1-й группы Периодической системы.
4. Литий. Нахождение в природе. Простое вещество. Получение. Физико-химические свойства. Соединения лития. Применение лития и его соединений.
5. Натрий. Нахождение в природе. Простое вещество. Получение. Физико-химические свойства. Соединения натрия. Применение натрия и его соединений.
6. Калий. Нахождение в природе. Простое вещество. Получение. Физико-химические свойства. Соединения калия. Применение калия и его соединений.
7. Рубидий и цезий. Нахождение в природе. Простые вещества. Получение. Физико-химические свойства. Соединения рубидия и цезия. Применение рубидия и цезия и их соединений.
8. Бериллий. Распространенность в природе. Получение и физико-химические свойства металлического бериллия. Соединения бериллия. Оксид, гидроксид, их амфотерность. Соли бериллия, гидролиз солей. Токсичность соединений бериллия. Применение бериллия и его соединений.
9. Магний. Распространенность в природе. Получение и физико-химические свойства металлического магния. Соединения магния. Оксид, гидроксид, соли. Применение магния и его соединений.
10. Кальций. Распространенность в природе. Получение и физико-химические свойства металлического кальция. Соединения кальция. Оксид, гидроксид, соли. Жесткость воды. Применение кальция и его соединений.
11. Барий. Распространенность в природе. Получение и физико-химические свойства металлического бария. Соединения бария. Оксид, гидроксид, соли. Применение бария и его соединений.
12. Стронций. Распространенность в природе. Получение и физико-химические свойства металлического стронция. Соединения стронция. Оксид, гидроксид, соли. Применение стронция и его соединений.

## 3. d-Элементы

1. Общая характеристика атомов элементов 3-й группы. Простые вещества. Получение и физико-химические свойства. Соединения элементов 3-й группы. Применение элементов группы скандия и их соединений.
2. Общая характеристика атомов элементов 4-й группы Периодической системы.
3. Титан. Нахождение в природе. Простое вещество. Получение и физико-химические свойства. Соединения титана (III), (IV). Кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства соединений титана. Применение титана и его соединений.
4. Цирконий, гафний. Простые вещества. Получение и физико-химические свойства. Соединения циркония и гафния. Применение циркония и гафния и их соединений.
5. Общая характеристика атомов элементов 5-й группы Периодической системы.
6. Ванадий. Степени окисления ванадия в соединениях. Простое вещество. Получение. Физико-химические свойства. Соединения ванадия (II), (III), (IV), (V). Получение и

- физико-химические свойства. Кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства соединений ванадия. Применение ванадия и его соединений.
7. Ниобий, тантал. Нахождение в природе. Простые вещества. Получение и физико-химические свойства. Соединения ниобия и тантала. Применение ниобия и тантала и их соединений.
  8. Общая характеристика атомов элементов 6-й группы Периодической системы. Характерные степени окисления.
  9. Хром. Характерные степени окисления. Нахождение в природе. Простое вещество. Получение и физико-химические свойства.
  10. Соединения хрома (II), (III), (VI). Получение и физико-химические свойства. Кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства соединений хрома. Применение хрома и его соединений.
  11. Молибден, вольфрам. Нахождение в природе. Простые вещества. Получение и физико-химические свойства. Соединения молибдена и вольфрама. Применение молибдена и вольфрама и их соединений.
  12. Общая характеристика атомов элементов 7 группы Периодической системы. Характерные степени окисления.
  13. Марганец. Характерные степени окисления. Нахождение в природе. Простое вещество. Получение и физико-химические свойства. Применение марганца и его соединений.
  14. Соединения Mn (II), Mn (IV). Получение и физико-химические свойства. Кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства соединений марганца(II), (IV).
  15. Соединения Mn (VI), Mn (VII). Получение и физико-химические свойства. Кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства соединений Mn (VI), Mn (VII).
  16. Технеций, рений. Простые вещества. Получение и физико-химические свойства. Соединения технеция, рения. Применение технеция и рения и их соединений.
  17. Общая характеристика атомов элементов триады железа. Железо. Нахождение в природе. Простое вещество. Получение. Сталь, чугун. Физико-химические свойства. Применение железа и его соединений.
  18. Соединения железа (II), (III), (IV), (VI). Получение и физико-химические свойства. Кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства соединений железа.
  19. Кобальт. Простое вещество. Получение и физико-химические свойства. Соединения кобальта (II), (III). Получение и физико-химические свойства. Применение кобальта и его соединений.
  20. Никель. Нахождение в природе. Простое вещество. Получение и физико-химические свойства. Соединения никеля (II), (III). Получение и физико-химические свойства. Применение никеля и его соединений.
  21. Общая характеристика платиновых элементов. Характерные степени окисления.
  22. Рутений и осмий. Распространенность в природе. Простые вещества. Получение и физико-химические свойства. Соединения рутения и осмия. Применение рутения, осмия и их соединений.
  23. Родий и иридий. Распространенность в природе. Простые вещества. Получение и физико-химические свойства. Соединения родия и иридия. Применение родия, иридия и их соединений.
  24. Платина и палладий. Распространенность в природе. Простые вещества. Получение и физико-химические свойства. Соединения платины и палладия. Применение платины, палладия и их соединений.
  25. Общая характеристика атомов элементов 11-й группы Периодической системы. Характерные степени окисления.
  26. Медь. Нахождение в природе. Простое вещество. Получение и физико-химические свойства. Соединения Cu (I), Cu (II)Cu (III). Получение и физико-химические свойства.

- Применение меди и её соединений.
27. Серебро. Нахождение в природе. Простое вещество. Получение и физико-химические свойства. Соединения серебра. Физико-химические свойства. Применение серебра и его соединений.
  28. Золото. Нахождение в природе. Простое вещество. Получение и физико-химические свойства. Соединения Au (I), Au (III). Получение и физико-химические свойства. Применение золота и его соединений.
  29. Общая характеристика атомов элементов 12- группы Периодической системы.
  30. Цинк. Нахождение в природе. Простое вещество. Получение и физико-химические свойства. Соединения цинка. Оксид, гидроксид, соли. Амфотерность цинка и его соединений. Получение и физико-химические свойства. Применение цинка и его соединений.
  31. Кадмий. Нахождение в природе. Простое вещество. Получение и физико-химические свойства. Соединения кадмия. Применение кадмия и его соединений.
  32. Ртуть. Нахождение в природе. Простое вещество. Получение и физико-химические свойства. Соединения ртути (I), ртути (II). Применение ртути и её соединений. Токсичность ртути и ее соединений.

#### 4. f-Элементы

1. Семейство лантаноидов. Общая характеристика. Характерные степени окисления. Нахождение в природе. Простые вещества. Получение, физико-химические свойства. Соединения лантаноидов (III), (II), (IV). Применение лантаноидов и их соединений.
2. Семейство актиноидов. Общая характеристика. Характерные степени окисления. Нахождение в природе. Торий, уран и плутоний. Простые вещества. Получение, физико-химические свойства. Применение актиноидов и их соединений.

#### Рекомендуемая литература

а) основная:

1. Неорганическая химия. Химия непереходных элементов: для вузов в 3 т. Т.2. // А. А. Дроздов [и др.]; под ред. Ю. Д. Третьякова. - М.: Изд. центр «Академия», 2011. - 365 с.
2. Павлов, Н. Н. Общая и неорганическая химия: учебник для вузов / Н. Н. Павлов. - изд. 3-е, испр. и доп. - СПб. [и др.]: Лань, 2011. - 495 с.
3. Тамм М.Е. Неорганическая химия. Физико-химические основы неорганической химии: учебник для вузов в 3-х т., Т.1 / М. Е. Тамм, Ю.Д. Третьяков; под ред. Ю. Д. Третьякова. - М.: Изд. центр «Академия», 2012. - 240 с.

б) дополнительная:

1. Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия : учебник для вузов / Н. С. Ахметов. - Изд. 7-е, стереотип. - М. : Высшая школа, 2009. - 742 с.
2. Гринвуд Н. Химия элементов. В 2-х т. Т. 1. / Н. Гринвуд, А. Эрншо; пер. с англ. В. А. Михайлова [и др.]. - М.: БИНОМ. Лаб. знаний 2011. - 607 с.
3. Гринвуд Н. Химия элементов. В 2-х т. Т. 2. / Н. Гринвуд, А. Эрншо; пер. с англ. Л. Ю. Аликберовой [и др.]. - М.: БИНОМ. Лаб. знаний 2011. - 670 с.
4. Ковалева, С. В. Общая и неорганическая химия. Вопросы и упражнения по химии s-, d- и f-элементов : практикум / С. В. Ковалева, З. П. Савина, В. П. Гладышев. - Томск : издательство ТГПУ, 2006. - 59 с.
5. Ковалева, С. В. Общая и неорганическая химия. Вопросы и упражнения по химии р-

- элементов : практикум / С. В. Ковалева, З. П. Савина, В. П. Гладышев. – Томск : издательство ТГПУ, 2006. - 76 с.
6. Неорганическая химия. Химия переходных элементов: учебник для вузовв 3-х т.,Т.3., Кн.1/А. А. Дроздов [и др.]; под ред. Ю. Д. Третьякова. - М.: Изд. центр «Академия», 2008. - 352с.
  7. Неорганическая химия. Химия переходных элементов: учебник для вузовв 3-х т.,Т.3., Кн.2/А. А. Дроздов [и др.]; под ред. Ю. Д. Третьякова. - М.: Изд. центр «Академия», 2007. - 399 с.
  8. Неорганическая химия. Физико-химические основы неорганической химии:учебник для вузовв 3-х т.,Т.1/А. А. Дроздов [и др.]; под ред. Ю. Д. Третьякова. - М.: Изд. центр «Академия», 2004. - 233 с.
  9. Тамм, М. Е. Неорганическая химия : В 3 т. Т. 1. Физико-химические основы неорганической химии : учебник для студ. высш. учеб.заведений / М. Е. Тамм, Ю. Д. Третьяков; под ред. Ю. Д. Третьякова. - М. : Изд. центр «Академия», 2004. - 240 с.
  10. Угай, Я. А. Общая и неорганическая химия: учебник для вузов/ Я. А. Угай.- 4-е изд., стереотип.- М.: Высшая школа, 2004.- 526 с.
  11. Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия : учебник для вузов / Н. С. Ахметов. - Изд. 5-е, испр. - М. : Высшая школа, 2006. - 742 с.
  12. Хаускрофт, К. Современный курс общей химии. В 2-х т. Т. 1. / К. Хаускрофт, Э. Констебл; пер. с англ. - М. : Мир, 2002. -540 с.
  13. Хаускрофт, К. Современный курс общей химии. В 2-х т. Т. 2. / К. Хаускрофт, Э. Констебл; пер. с англ. - М. : Мир, 2002. -528 с.
  14. Шрайвер, Д. Неорганическая химия: зарубежный учебник для вузов в 2-т., Т. 1/ Д. Шрайвер, П. Эткинс; пер. Жирова А и др.- М.: Мир, 2009.- 680 с.
  15. Шрайвер, Д. Неорганическая химия: зарубежный учебник для вузов в 2-т., Т. 2/ Д. Шрайвер, П. Эткинс;пер. Жирова А и др.- М.: Мир, 2009.- 488 с.

### Интернет-ресурсы

- <http://www.chem.msu.ru> – лекции (видео), мультимедийные материалы, МГУ,
- <http://www.youtube.com> – лекции, опыты (видео),
- <http://www.nanometer.ru> – лекции (видео),
- <http://www.rhtu.ru/courses/inorg/> - лекции (видео), РХТУ им. Д.И.Менделеева,
- <http://www.chemport.ru> - литература по химии., опыты (видео),
- <http://www.himikatus.ru/> -книги по химии, программы и химические опыты (видео).
- <http://www.chem.tut.ru/> - занимательные опыты по химии (видео),
- <http://www.rushim.ru> – электронные учебники,
- <http://www.ximicat.com> – книги по химии, видеоматериалы,
- <http://chemistry-chemists.com/Video.html> - опыты (видео),
- <http://www.alhimikov.net/video/neorganika/menu.html> - опыты (видео).

Программа вступительных испытаний в аспирантуру по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки, профиль: 02.00.01 Неорганическая химия составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки магистров: 020100 Химия.

Программу составили:  
доктор хим. наук, профессор  
кафедры химии и методики  
обучения химии



С. В. Ковалева

Программа вступительных испытаний в аспирантуру утверждена на заседании кафедры химии и методики обучения химии

Протокол № 4 от « 10 » сентября 2014 г.

Зав. кафедрой химии и методики  
обучения химии



О.Х. Полещук

Программа вступительных испытаний в аспирантуру одобрена учебно-методической комиссией биолого-химического факультета ТГПУ

Протокол 4 от « 24 » сентября 2014 г.

Председатель УМК биолого-химического факультета,  
доцент кафедры химии и методики обучения химии



Е.П. Князева

Согласовано:

Проректор по НР



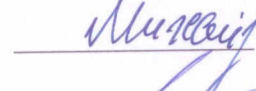
К. Е. Осетрин

Проректор по НОУД



О.А. Швабауэр

Директор ДННСР



А.Ю. Михайличенко

Начальник УПОиДС



Н.И. Медюха

Декан БХФ



А.С. Минич