

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Геолого-географический факультет

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан геолого-географического  
факультета



*П.А. Тишин*  
П.А. Тишин  
«24» июля 2022 г.

**Фонд оценочных средств  
по дисциплине**

**ХИМИЯ**

по направлению подготовки  
**05.03.01 Геология**

Направленность (профиль) подготовки / специализация:  
**«Геология»**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Бакалавр**

Фонд оценочных средств соответствует ОС НИ ТГУ по направлению подготовки 05.03.01 Геология, учебному плану направления подготовки 05.03.01 Геология, направленности (профиля) «Геология» и рабочей программе по данной дисциплине.

Полный фонд оценочных средств по дисциплине опубликован в ЭИОС НИ ТГУ – электронном университете Moodle: <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=22221>

Разработчик ФОС:  
к.х.н., доцент каф. неорганической химии

Коротченко Н.М.

Экспертиза фонда оценочных средств проведена учебно-методической комиссией факультета, протокол № 6 от 24.06.2022 г.

Руководитель ОПОП  
«Геология»



О.В. Бухарова

**Фонд оценочных средств (ФОС)** является элементом системы оценивания сформированности компетенций у обучающихся в целом или на определенном этапе ее формирования.

ФОС разрабатывается в соответствии с рабочей программой (РП) дисциплины/ модуля/практики и включает в себя набор оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине/модулю/практике.

### Формируемые компетенции

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 – способность применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач

Таблица 1 – Уровни освоения компетенций и критерии их оценивания

Компетенция	Результаты освоения дисциплины	Уровни освоения	Критерии оценивания результатов освоения дисциплины	Шкала оценки тестовых заданий
ОПК-1	ИОПК 1.2. Решает задачи профессиональной деятельности на основе современных представлений о свойствах химических веществ и реакций между ними.	Повышенный, Достаточный, пороговый / Зачтено	Решает задачи профессиональной деятельности на основе современных представлений о свойствах химических веществ и реакций между ними.	85-100% 70-84 % 55-69 %
		Допороговый / Не зачтено	Не решает задачи профессиональной деятельности на основе современных представлений о свойствах химических веществ и реакций между ними.	Менее 55 %

Таблица 2 - Этапы формирования компетенции в курсе

№	Раздел дисциплины	Результаты освоения дисциплины	Оценочные средства
1.	Основные понятия и законы химии, стехиометрические расчеты, решение задач	ИОПК 1.2	Контрольная работа, вопросы, задачи
2.	Строение атома, электронные конфигурации атомов и ионов	ИОПК 1.2	задания, вопросы
3.	Периодический закон, периодическая система химических элементов	ИОПК 1.2	задания, вопросы
4.	Химическая связь, строение вещества	ИОПК 1.2	задания, вопросы
5.	Закономерности химических реакций, термохимия и термодинамика	ИОПК 1.2	Контрольная работа, вопросы, задачи
6.	Химическая кинетика, скорость и механизмы химических реакций	ИОПК 1.2	Контрольная работа, вопросы, задачи
7.	Химическое равновесие, принцип Ле Шателье	ИОПК 1.2	Контрольная работа, вопросы, задачи, тесты
8.	Растворы неэлектролитов и электролитов. Теория электролитической диссоциации	ИОПК 1.2	задания, вопросы, задачи

9.	Классификация химических элементов и их соединений	ИОПК 1.2	задания, вопросы
10.	Обзор химии элементов-неметаллов и их соединений	ИОПК 1.2	индивидуальное задание, вопросы, задачи
11.	Обзор химии элементов-металлов и их соединений	ИОПК 1.2	индивидуальное задание, вопросы, задачи

Типовые задания для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине

ИОПК 1.2

**1. Пример билета контрольной работы (потоковой)** для промежуточной оценки знаний по теме «Строение атома. Периодический закон и периодическая система химических элементов. Химическая связь»

- Для атома W (в основном состоянии) и иона  $S^{2-}$ 
  - укажите распределение электронов по энергетическим уровням (2, 8 и т.д.);
  - запишите полную и сокращенную электронные формулы;
  - изобразите энергетическую последовательность уровней, подуровней, атомных орбиталей в виде энергетической диаграммы;
  - выделите валентные электроны; укажите из них число спаренных и неспаренных;
  - для всех валентных электронов запишите набор квантовых чисел;
  - укажите принадлежность элемента к периоду, группе, подгруппе, электронному семейству (*s*-, *p*-, *d*-, *f*-).
- Изобразите форму *s*-, *p*-, *d*- атомных орбиталей. Какое квантовое число характеризует форму электронного облака и какие значения оно принимает для указанных орбиталей?
- Укажите закономерности в изменении относительной электроотрицательности атомов элементов а) в периоде; б) в группе?
- Укажите принцип разделения химических элементов на семейства. Приведите примеры элементов различных семейств.
- Покажите образование связей в молекуле  $NH_3$  с позиций метода ВС:
  - покажите структурную формулу молекулы;
  - укажите тип гибридизации атомных орбиталей (АО) ц. а.;
  - изобразите перекрывание (с учетом гибридизации) АО при образовании молекулы;
  - укажите кратность, вид связи ( $\sigma$ ,  $\pi$ ,  $\delta$ ), ее полярность;
  - укажите пространственную конфигурацию (геометрию) молекулы;
  - укажите величину валентного угла между связями;
  - охарактеризуйте полярность молекулы, обоснуйте свой вывод.
- Постройте приближительную *E*-диаграмму уровней молекулярных орбиталей (МО) для молекулы  $F_2$ . Определите кратность связи, обсудите устойчивость молекулы, ее магнитные свойства.
- Какая связь называется ионной? Укажите, какими свойствами обладают соединения с данным типом химической связи. Приведите примеры.

## 2. Примерные задания

Задания даются в соответствии с теоретическими разделами

- Основные понятия и стехиометрические законы химии. Количественные расчеты в химии. Методы решения задач (молярный, метод пропорций, табличный, др.). Понятие о химическом элементе.

2. Современная квантово-механическая модель строения атома. Состояние электрона в атоме. Волновое уравнение Шредингера и квантовые числа: главное, орбитальное, магнитное, спиновое. Энергетические уровни и подуровни.
3. Принципы заполнения электронных орбиталей: минимум энергии, принцип Паули, правило Хунда. Порядок заполнения электронами атомных орбиталей. Емкость электронных уровней и подуровней.
4. Электронные конфигурации многоэлектронных атомов и ионов. Классификация химических элементов на основе электронных структур атомов элементов.
5. Периодический закон и периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. Периодичность повторяемости электронных структур атомов. Структура периодической системы Д.И. Менделеева. Ее коротко-, длинно- и полудлиннопериодный варианты.
6. Периодический характер изменения свойств химических элементов (радиус атома и иона, энергия ионизации, сродство к электрону, электроотрицательность) и их соединений (кислотно-основных, окислительно-восстановительных) в зависимости от атомного номера и электронного строения атомов элементов и их положения в периодической системе.
7. Химическая связь и химическое строение вещества. Условия образования химической связи и химического соединения. Основные характеристики химической связи: энергия, длина, кратность, полярность, валентные углы.
8. Описание ковалентной химической связи по методу валентных связей. Типы ковалентной связи:  $\sigma$ -,  $\pi$ -,  $\delta$ -связи. Соединения с кратными связями. Механизмы образования ковалентной связи: обменный, донорно-акцепторный. Понятие о гибридных атомных орбиталях. Геометрия (пространственная конфигурация) газообразных ковалентных молекул. Полярные молекулы.
9. Общие принципы описания химической связи по методу молекулярных орбиталей. Связывающие, разрыхляющие, несвязывающие молекулярные орбитали. Энергетические диаграммы гомо- и гетероядерных двухатомных молекул на примерах соединений элементов I и II периода. Устойчивость молекул. Кратность (порядок) связи. Изоэлектронные молекулы.
10. Природа водородной связи. Межмолекулярные взаимодействия: ориентационное, индукционное, дисперсионное. Химическая связь в металлах. Металлическое состояние вещества и его особенности. Элементы зонной теории. Понятие о зоне проводимости в кристалле. Проводники, полупроводники, изоляторы.
11. Закономерности протекания химических процессов. Понятие о внутренней энергии и энтальпии. Изменение внутренней энергии и энтальпии в химической реакции. Термохимия, основной закон – закон Гесса, следствия из закона Гесса. Понятие об энтропии. Самопроизвольное протекание химических процессов. Понятие об энергии Гиббса (изобарно-изотермическом потенциале). Характер изменения энергии Гиббса, как критерий возможности протекания химических процессов при стандартных условиях. Влияние энтропийного и энтальпийного факторов на направление химического процесса.
12. Скорость химической реакции. Основной закон химической кинетики – закон действующих масс. Факторы, влияющие на скорость химической реакции: природа, концентрация реагентов, температура, давление, наличие катализатора, облучение и др. Порядок и молекулярность реакции. Понятие об энергии активации.
13. Химическое равновесие. Константа равновесия. Условия смещения химического равновесия. Принцип Ле-Шателье. Гомогенное и гетерогенное равновесие. Понятие о компоненте, фазе. Фазовые равновесия. Правило фаз Гиббса. Диаграмма состояния воды.
14. Растворы, их типы и свойства. Истинные растворы. Растворы как динамические равновесные системы. Энергетические эффекты процессов растворения. Зависимость

- процесса растворения от природы и свойств растворителя и растворенного вещества. Понятие об идеальном растворе.
15. Общие физико-химические свойства растворов. Законы Рауля и Вант-Гоффа. Осмотическое давление. Осмос в природе.
  16. Растворы электролитов. Изотонический коэффициент. Современные представления о природе кислот и оснований. Ионизация (диссоциация) кислот, оснований и солей. Константа ионизации. Ионное произведение воды. Гидролиз. Константа гидролиза. Водородный показатель кислотности раствора (рН). Гетерогенное равновесие "осадок-насыщенный раствор". Труднорастворимые электролиты. Произведение растворимости. Условия выпадения и растворения осадков. Окислительно-восстановительные реакции в водной среде.
  17. Обзор химии элементов и их важнейших соединений. Принципы классификации химических элементов на основе их положения в периодической системе Д.И. Менделеева (*s*-, *p*-, *d*-, *f*-элементы). Геохимическая классификация элементов. Общие закономерности изменения химических свойств простых веществ и химических соединений. Распространение химических элементов в природе, связь со строением атомов элементов и местом в периодической системе. Миграция и концентрация элементов в земной коре. Редкие и рассеянные элементы.
  18. Общая характеристика и обзор химии неметаллов и их важнейших соединений. Положение неметаллов в периодической системе Д.И. Менделеева. Химические, физические свойства, природные формы простых веществ-неметаллов. Водород. Свойства водорода, обусловленных строением его атома (сходство с элементами IА и VIIА групп периодической системы). Соединения водорода, особенности их химических свойств. Условия образования гидрид-иона. Вода: строение, свойства и реакционная способность. Специфика воды как растворителя, ионизирующая способность воды. Роль воды в природе. Методы очистки воды.
  19. Общая характеристика и обзор химии металлов и их важнейших соединений. Положение металлов в периодической системе Д.И. Менделеева. Общие физические и химические свойства металлов. Сплавы металлов. Коррозия металлов.
  20. Металлы главных подгрупп. Алюминий. Строение атома. Распространенность в природе. Свойства алюминия и его соединений. Амфотерный характер оксида и гидроксида. Химия водных растворов соединений алюминия. Аллюминаты. Аллюмосиликаты. Получение и применение алюминия в технике.
  21. Особенности химии металлов побочных подгрупп (*d*-элементов). Химия элементов триады железа. Процессы выветривания горных пород.
  22. Проблемы химической экологии и охраны окружающей среды на современном этапе развития общества и химического производства.

**3. Примерные темы реферативных работ**, предлагаемых студентам, пропустившим более 50 % занятий (лекционных и практических). Студент обязан представить реферат в напечатанном виде и оформленном в соответствии с правилами оформления курсовых работ и рефератов, представленными на сайте НБ ТГУ.

1. Диаграмма состояния воды. Связь законов Рауля (и следствий из закона) с диаграммой состояния воды.
2. Природные формы (минералы, руды, т.п.) железа. Связь состава природных соединений железа с положением элемента в ПСХЭ и строением его атома.
3. Природные формы (минералы, руды, т.п.) меди. Связь состава природных соединений меди с положением элемента в ПСХЭ и строением его атома.
4. Природные формы (минералы, руды, т.п.) титана. Связь состава природных соединений титана с положением элемента в ПСХЭ и строением его атома.

5. Природные формы (минералы, руды, т.п.) щелочных металлов (ЩМ). Связь состава природных соединений ЩМ с положением элементов в ПСХЭ и строением их атомов.
6. Природные формы (минералы, руды, т.п.) бериллия, магния и щелочноземельных металлов (ЩЗМ). Связь состава природных соединений ЩЗМ с положением элементов в ПСХЭ и строением их атомов.
7. Природные формы (минералы, руды, т.п.) редкоземельных элементов (РЗЭ). Связь состава природных соединений РЗЭ с положением элементов в ПСХЭ и строением их атомов.
8. Природные формы (минералы, руды, т.п.) алюминия. Связь состава природных соединений алюминия с положением элемента в ПСХЭ и строением его атома.
9. Природные формы (минералы, руды, т.п.) фосфора. Связь состава природных соединений фосфора с положением элемента в ПСХЭ и строением его атома.
10. Природные формы (минералы, руды, т.п.) кремния. Связь состава природных соединений кремния с положением элемента в ПСХЭ и строением его атома.
11. Сульфидные соединения металлов в природе. Связь состава сульфидных соединений металлов с электронным строением атомов элементов. Объяснение с позиций теории ЖМКО Пирсона.
12. Сульфидные соединения неметаллов в природе. Связь состава сульфидных соединений неметаллов с электронным строением атомов элементов. Объяснение с позиций теории ЖМКО Пирсона.
13. Оксидные формы минералов. Связь состава природных оксидов с электронным строением атомов элементов. Объяснение устойчивости природных оксидов с позиций термодинамики и теории ЖМКО Пирсона.
14. Галогенидные формы минералов. Связь состава природных галогенидов с электронным строением атомов элементов. Объяснение устойчивости природных галогенидов с позиций термодинамики и теории ЖМКО Пирсона.
15. Физико-химические принципы и способы извлечения металлов из их природных соединений (на примере натрия, алюминия, цинка, титана, железа, меди, золота).

Оценивание результатов освоения дисциплины в ходе текущего контроля происходит на основании критериев, обозначенных в таблице 1. Сводные данные текущего контроля успеваемости по дисциплине отражаются в электронной информационно-образовательной среде НИ ТГУ

Проверка уровня сформированности компетенций осуществляется в процессе промежуточной аттестации.

Результаты освоения дисциплины	Оценочные средства	Порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости (формы, содержание, сроки и т.п.)												
ИОПК 1.2	Контрольная работа	Структура билета контрольной работы 1 (поточковой) и соответствие баллов: <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>Вопрос</th> <th>Содержание вопроса, тема</th> <th>Баллы</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Практическое задание по строению атома; электронные конфигурации атомов и ионов</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Теоретический вопрос по строению атома, принципам построения электронных конфигураций атомов и ионов</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Теоретический вопрос о периодическом изменении свойств атомов элементов, их соединений</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	Вопрос	Содержание вопроса, тема	Баллы	1	Практическое задание по строению атома; электронные конфигурации атомов и ионов	14	2	Теоретический вопрос по строению атома, принципам построения электронных конфигураций атомов и ионов	4	3	Теоретический вопрос о периодическом изменении свойств атомов элементов, их соединений	5
Вопрос	Содержание вопроса, тема	Баллы												
1	Практическое задание по строению атома; электронные конфигурации атомов и ионов	14												
2	Теоретический вопрос по строению атома, принципам построения электронных конфигураций атомов и ионов	4												
3	Теоретический вопрос о периодическом изменении свойств атомов элементов, их соединений	5												

4	Теоретический вопрос по периодическому закону и структуре периодической системы химических элементов	5
5	Практическое задание: рассмотрение ковалентной связи в методе валентных связей (ВС); представления о гибридизации АО, пространственная форма газообразных ковалентных многоатомных молекул их полярность	10
6	Практическое задание: рассмотрение ковалентной связи в методе молекулярных орбиталей (ММО), энергетические диаграммы двухатомных молекул и ионов, устойчивость частиц, их магнитные свойства	7
7	Теоретический вопрос: типы химической связи (ионная, металлическая, водородная, межмолекулярные); их свойства	5
Максимальный балл		50

Контрольная работа	Темы	Максимальный балл
I	«Строение атома. Периодический закон и периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. Химическая связь»	50
II	«Растворы неэлектролитов и электролитов»	30

Шкала перевода баллов в оценку текущей успеваемости

Баллы	Оценка
41–50	5
31–40	4
21–30	3
менее 20	2

ИОПК 1.2	Реферат	Критерии оценивания работы: Если оформление реферата не соответствует правилам, то реферат возвращается студенту на доработку до получения положительной оценки. Оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» определяется степенью раскрытия темы реферата и правильностью его оформления.
----------	---------	--

ИОПК 1.2	Задание	Индивидуальное задание	Темы	Максимальный балл
		I	«Основы атомно-молекулярного учения. Основные понятия, законы, расчеты в химии»	30
		II	«Закономерности химических реакций. Химическая термодинамика. Кинетика химических реакций. Химическое равновесие»	40
		III	«Химия неметаллов и их	30



			соединений»	
		IV	«Химия металлов и их соединений»	30
Шкала перевода баллов в оценку текущей успеваемости				
			Баллы	Оценка
			41–50	5
			31–40	4
			21–30	3
			менее 20	2

## Проверка сформированности компетенций в процессе промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в первом семестре в форме зачета.

### Пример билета к зачету для промежуточной оценки знаний по курсу «Химия»

<p><b>Часть 1. Тест</b> (максимум 10 баллов; в заданиях №№ 2, 3, 5–9 выберите один правильный ответ, за каждый верный ответ – 1 балл; в заданиях №№ 1, 4, 10 два правильных ответа, за каждый верный ответ – 0,5 баллов).</p> <p>1. Конфигурация валентных электронов в основном состоянии и электронное семейство для атома As:  а) [Ar]; 3d<sup>10</sup>4s<sup>2</sup>4p<sup>3</sup>,      б) [Kr] 4d<sup>10</sup>5s<sup>2</sup>5p<sup>3</sup>,  г) [Kr] 5s<sup>2</sup>5p<sup>3</sup>,      д) р-семейство;</p> <p>2. Энергия ионизации атома уменьшается в ряду элементов:  а) P–S–C–Ar;      в) In–Ga–Al–B;  б) N–P–Si–Ge;      г) In–As–S–F.</p> <p>3. Кратность связи в молекуле N<sub>2</sub> составляет (ответ подтвердите построением диаграммы молекулярных орбиталей):  а) 0;    б) 1;    в) 2;    г) 3.</p> <p>4. Пространственная конфигурация молекулярного иона H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> и величина валентного угла связей в нем:  а) тригональная пирамида;    г) 180°;  б) угловая;    д) 108° 29';  в) тетраэдр;    е) 107° 30'.</p> <p>5. Среди ряда галогенидов наибольшую температуру плавления имеет:  а) PCl<sub>3</sub>;    б) AlCl<sub>3</sub>;    в) NaCl;    г) MgCl<sub>2</sub>.</p> <p>6. При одновременном увеличении концентрации вещества А в 2 раза и уменьшении концентрации вещества В в 2 раза скорость химической реакции  <math>2A_{(г)} + B_{(г)} \rightarrow A_2B_{(г)}</math>,  а) увеличится в 2 раза;    б) увеличится в 4 раза;  в) не изменится;    г) уменьшится в 2 раза</p> <p>7. В системе NOCl<sub>2</sub>(г) + NO(г) ⇌ 2NOCl(г) при</p>	<p><b>Часть 2. Практические задания</b> (максимум 15 баллов; за каждое верно выполненное задание – 3 балла).</p> <p>11. Для реакции  <math>2SO_2(г) + O_2(г) = 2SO_3(г)</math>  определите стандартную энергию Гиббса <math>\Delta G_{p-шм, 298}^{\circ}</math>, если <math>\Delta S_{p-шм, 298}^{\circ} = -187</math> Дж/К;  <math>\Delta H_{p-шм, 298}^{\circ} = -198</math> кДж.</p> <p>12. Рассчитайте молярную концентрацию и моляльность серной кислоты в растворе, содержащем 4 % (мас.) растворенного вещества (плотность раствора 1,025 г/см<sup>3</sup>).</p> <p>13. Напишите уравнения реакций гидролиза в молекулярном и ионном виде для солей:  а) сульфит калия; б) нитрат алюминия.  В какой цвет и почему будет окрашен лакмус в водных растворах этих солей? Дайте объяснения.</p> <p>14. Допишите недостающие продукты реакции. Подберите стехиометрические коэффициенты в уравнении окислительно-восстановительной реакции методом ионно-электронного баланса (методом полуреакций). Укажите окислитель и восстановитель:  <math>KI + KBrO_3 + HCl \rightarrow I_2 + KBr + \dots + H_2O</math></p> <p>15. Укажите классы соединений, к которым можно отнести следующие минералы:  а) SiO<sub>2</sub> – кварц; б) CuFeS<sub>2</sub> – халькопирит;  в) Cu<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> – малахит.  Дайте названия этим соединениям по международной номенклатуре IUPAC.</p>
--	--

<p>некоторой температуре равновесные концентрации веществ составляют: <math>[\text{NOCl}_2] = 0,05</math> моль/л; <math>[\text{NO}] = 0,55</math> моль/л; <math>[\text{NOCl}] = 0,08</math> моль/л. Константа равновесия реакции при данной температуре равна:</p> <p>а) 2,909; б) 0,344; в) 0,233; г) 4,297.</p> <p><b>8.</b> При электролизе раствора сульфата цинка с инертными электродами на аноде выделяется:</p> <p>а) цинк; б) кислород; в) водород; г) сера.</p> <p><b>9.</b> Октаэдрическое строение и <math>sp^3d^2</math> гибридизация АО ц. а. соответствуют комплексной частице:</p> <p>а) <math>[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}</math>; б) <math>[\text{Hg}(\text{NH}_3)_4]^{2+}</math>;  в) <math>[\text{SbF}_4]^-</math>; г) <math>[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}</math>.</p> <p><b>10.</b> В схеме превращений:</p> $\text{Al} \xrightarrow{1} \text{AlCl}_3 \xrightarrow{2} \text{Al}(\text{OH})_3 \xrightarrow{3} \text{Al}_2\text{O}_3 \xrightarrow{4} \text{Al}$ $\xrightarrow{5} \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] \xrightarrow{6} \text{AlCl}_3$ <p>применение раствора щелочи требуется на стадиях:</p> <p>а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) 5; е) 6;</p>	
--	--

### Шкала формирования итоговой оценки

Оценка	Критерии оценки
Зачтено	ставится, если набрано более 12 баллов (от 12 до 25 баллов);
Не зачтено	ставится, если набрано менее 12 баллов (от 1 до 11 баллов).